



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE TITULACION

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN IOT PARA EL CONTROL DE
DIABETES MELLITUS**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero en
Electrónica y Telecomunicaciones**

Autor:

Jhonny Alexander Tenorio Delgado

Tutor:

Mgsc. José Luis Jinez Tapia

Riobamba – Ecuador

Año 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Jhonny Alexander Tenorio Delgado**, con cédula de ciudadanía **080432614-8**, autor del trabajo de investigación titulado: **DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN IOT PARA EL CONTROL DE DIABETES MELLITUS**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba,



Jhonny Alexander Tenorio Delgado

C.I:080432614-8

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN IoT PARA EL CONTROL DE LA DIABETES MELLITUS**”, presentado por Jhonny Alexander Tenorio Delgado, con cédula de identidad número 080432614-8, bajo la tutoría de Mgs. José Luis Jinez Tapia; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19 de junio del 2023.

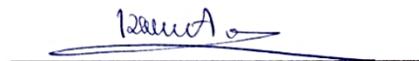
Carlos Ramiro Peñafiel Ojeda, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Daniel Antonio Santillán Haro, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Klever Hernán Torres Rodríguez, Dr.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN IoT PARA EL CONTROL DE LA DIABETES MELLITUS”, presentado por Jhonny Alexander Tenorio Delgado, con cédula de identidad número 0804326148 certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 19 de junio del 2023.

Carlos Ramiro Peñafiel Ojeda, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



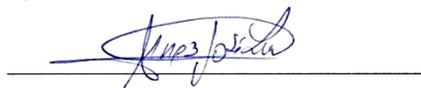
Daniel Antonio Santillán Haro, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Klever Hernán Torres Rodríguez, Dr.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



José Luis Jinez Tapia, Mgs.
TUTOR





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **TENORIO DELGADO JHONNY ALEXANDER** con CC: **080432614-8**, estudiante de la Carrera de **ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**, **NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN IoT PARA EL CONTROL DE LA DIABETES MELLITUS**", cumple con el **6 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 8 de junio del 2023



Mgs. José Jinez Tapia
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

“Nuestra mayor gloria no consiste en no caer nunca, sino en levantarnos cada vez que caemos.”

Oliver Goldsmith.

La ejecución de este trabajo de investigación está dedicado a mi amada madre Betty Delgado que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi querido tío Jorge por todas las demostraciones de apoyo y preocupación a lo largo de toda mi formación profesional.

A mi hermana y demás familiares que me brindaron ese apoyo para jamás desmayar ante las dificultades, así mismo a cada una de esas amistades que surgieron a lo largo de este camino y que de varias formas hicieron notar sus palabras de aliento para lograr el objetivo que me propuse.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por siempre brindarme gozar de buena salud y vida, por darme fuerzas para nunca desfallecer culminando cada una de mis metas y sobre todo ver reflejado el esfuerzo continuo en ésta gran victoria educativa.

Quiero recalcar un profundo agradecimiento a mis Padres por ser un pilar fundamental y que sin ellos absolutamente nada fuera sido posible a lo largo de todo este camino de formación profesional, espero que éste sea el primero de muchos logros que los llenen de orgullo.

A mis amigos y familiares que con palabras de aliento, ayuda y demás situaciones me demostraron su afecto y su deseo de que culminara mi carrera

A mi tutor de tesis Magíster José Jinez Tapia, docente de la Universidad Nacional de Chimborazo en la Facultad de Ingeniería y Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, que por medio de sus guías, conocimiento, experiencia y consejos estuvo al tanto de orientarme en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	15
1.1 INTRODUCCIÓN.....	15
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4 OBJETIVOS.....	19
1.4.1 General.....	19
1.4.2 Específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 INTERNET OF THINGS (IoT).....	20
2.1.1 Definición.....	21
2.1.2 Características de IoT.....	22
2.1.3 Arquitectura IoT.....	24
2.1.4 Protocolos IoT.....	25
2.1.4.1 Advanced Messaging Queuing Protocol (AMQP).....	25
2.1.4.2 Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP).....	25
2.1.4.3 Constrained Application Protocol (CoAP).....	26
2.1.4.4 Data Distribution Service (DDS).....	28
2.1.4.5 MQTT (Message Queue Telemetry Transport).....	28
2.2 DIABETES MELLITUS.....	32
2.2.2 Resistencia Insulínica (RI).....	35
2.2.3 Recomendaciones de cuidados en el paciente diabético.....	36
2.2.3.1 La alimentación en el paciente diabético.....	36
2.2.3.2 Ejercicio físico en el paciente diabético.....	37
2.2.3.3 Medidas de autocontrol.....	37
2.2.3.4 Medición de niveles de glucosa en sangre (glucemia).....	37
2.2.4 Situaciones de alarma.....	37
2.2.4.1 Hipoglucemia.....	37
2.2.4.2 Hiperglucemia:.....	38

CAPÍTULO III	39
3. METODOLOGÍA	39
3.1 MARCO METODOLÓGICO	39
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.3 MÉTODO INVESTIGATIVO EXPERIMENTAL	39
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	39
3.4.1 Población:	39
3.4.2 Muestra:	40
3.5 TÉCNICA	40
3.6 FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	40
3.7 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.8 VARIABLES	41
3.9 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.10 DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN	43
3.10.1 Tecnologías usadas para el desarrollo de la plataforma	43
3.10.1.1 Tecnologías frontend o del lado del cliente	43
3.10.1.1.1 HTML.....	43
3.10.1.1.2 JavaScript	44
3.10.1.1.3 CSS.....	44
3.10.1.1.4 Tecnologías backend o del lado del servidor	45
3.10.1.1.5 PHP.....	45
3.10.1.1.6 Python.....	46
3.10.1.1.7 MySQL.....	46
3.10.1.1.8 Frameworks y librerías.....	47
3.10.1.1.9 Bootstrap	47
3.11 INTERFAZ DE INICIO DE LA PLATAFORMA	47
3.11.1 Menú principal.....	48
3.11.2 Administrador.....	48
3.11.3 Profesional	49
3.11.4 Inicio.....	49
3.11.5 Información	49
3.11.6 Nutrición.....	50
3.11.7 Datos preventivos	52
3.12 DISEÑO IOT	53
CAPÍTULO IV	54
4. RESULTADOS	54
4.1 EFECTIVIDAD DEL DISPOSITIVO EN LA CAPTACIÓN DE DATOS.....	58
4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	61
4.2.1 Diagrama de Cajas Simple.	61
4.2.2 Comprobación de Hipótesis.....	61

4.2.3 Prueba de hipótesis entre el dispositivo comercial y el dispositivo implementado .	62
4.2.4 Diagrama de cajas en base a los pacientes medidos con el dispositivo IoT	63
4.3 CALCULO DE LA ANOVA.....	64
4.3.1 Prueba de hipótesis entre los pacientes de estudio.....	65
4.3.2 Otros métodos para realizar la prueba del P-valor	66
CAPÍTULO V.....	68
5. CONCLUSIONES	68
5.1 RECOMENDACIONES	68
5.2 BIBLIOGRAFÍA.....	69
6. ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: descripción del avance tecnológico.....	21
Figura 2: representación de un ecosistema iot.....	22
Figura 3: representación por capas de la arquitectura iot	24
Figura 4: representación de la coexistencia y funcionamiento de coap y http	27
Figura 5: modelo de funcionamiento del protocolo mqtt	29
Figura 6: funcionamiento básico del protocolo mqtt.....	30
Figura 7: fisiopatología de la diabetes tipo 2.....	35
Figura 8: manifestaciones clínicas y principales anormalidades bioquímicas del síndrome de resistencia a la insulina.	36
Figura 9: estructura para el desarrollo del proyecto de investigación.	42
Figura 10: identificación de frontend	43
Figura 11: lenguaje html.....	44
Figura 12: logo del lenguaje javascript.....	44
Figura 13: logo del lenguaje css	45
Figura 14: identificación de backend.....	45
Figura 15: logo del lenguaje php	46
Figura 16: logo del lenguaje python	46
Figura 17: logo del lenguaje mysql	46
Figura 18: logo de bootstrap.....	47
Figura 19: interfaz de inicio de la plataforma.....	48
Figura 20: menú principal de la plataforma.....	48
Figura 21: interfaz de ingreso al administrador de registros.	49
Figura 22: interfaz de la sección profesional.....	49
Figura 23:interfaz de la sección información	50
Figura 24: interfaz de la sección dieta	50
Figura 25: contenido de la sección dieta	51
Figura 26: interfaz de la sección métodos preventivos.....	51
Figura 27: contenido de la sección métodos preventivos	52
Figura 28: contenido de la sección datos preventivos	52
Figura 29: diagrama de funcionamiento iot.....	53

Figura 30: gráfica de la variación de niveles de glucosa del paciente carlos castillo.....	55
Figura 31: gráfica de la variación de niveles de glucosa de la paciente zeneida delgado	57
Figura 32: gráfica de la variación de niveles de glucosa de la paciente carolina benalcázar	58
Figura 33: análisis gráfico del diagrama caja simple del comportamiento de la glucosa entre el dispositivo comercial y el dispositivo implementado.....	61
Figura 34: resultado de la prueba t.	62
Figura 34: prueba del p-valor a través de la comprobación de hipótesis nula e hipótesis alternativa	63
Figura 35: resumen de procesamiento de casos.....	63
Figura 36: diagrama de cajas simple de los valores medidos por el dispositivo implementado en los diferentes casos de estudio.	64
Figura 37: prueba del p-valor a través de la comprobación de hipótesis nula e hipótesis alternativa para cada caso de estudio.....	65
Figura 38: prueba del p-valor a través de los tamaños del efecto de la anova	66
Figura 39: prueba del p-valor mediante descriptivos	66
Figura 40: gráfico de las medias de los pacientes que participaron en el estudio.	67
Figura 41: componentes de una raspberry pi 3 b+	101
Figura 41: equipo de prueba rápida de glucosa	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: análisis comparativo de los protocolos de capa de aplicación	31
Tabla 2: cuadro comparativo de los diferentes tipos de la diabetes mellitus	33
Tabla 3: resultados medidos con el dispositivo raspberry pi.....	58
Tabla 4: resultados medidos con el dispositivo raspberry pi.....	59
Tabla 5: resultados medidos con el dispositivo raspberry pi.....	60

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como propósito brindar una alternativa a la recolección de datos para control glucémico de la diabetes mellitus, mediante el uso de nuevas tecnologías surge la necesidad de mejorar el tratamiento de datos a través de herramientas y métodos de control, para evitar la pérdida parcial o total dentro de los establecimientos de salud pública y privada del Ecuador.

Mediante el diseño de una plataforma de comunicación IoT para el control de la diabetes mellitus, se otorga un instrumento al médico tratante de evaluar el comportamiento del cuerpo de cada paciente ante las diversas interrogantes de reacción medicinal y alimentaria, en base al seguimiento de registros de exámenes glucémicos.

La plataforma se basa en el uso de dispositivos como la Raspberry Pi que tiene la capacidad de vincularse con el internet de las cosas (IoT), el uso del módulo de cámara y la función Optical Character Recognition (Reconocimiento Óptico de Caracteres “OCR”) que convierte una imagen a texto, permite registrar los valores de glucosa testeados por el medidor “accu-chek” creando así la base de datos en MySQL.

Mediante el vínculo de aplicaciones IoT como Thingspeak y otras de análisis estadístico como “SPSS” podemos observar la gráfica de los datos obtenidos en un periodo de tiempo y analizar la evolución de un paciente, por ejemplo, crear un precedente alimenticio basado a la ingesta de diversos productos y la afectación en personas con diabetes mellitus para futuros casos. El desarrollo de este tipo de proyectos de investigación tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de personas con diabetes mellitus mediante el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

El documento está desarrollado por 5 capítulos. el primer capítulo abarca la introducción, justificación, planteamiento del problema, objetivo general y específicos. En el segundo capítulo consta del desarrollo del marco teórico. en el tercer capítulo detalla el cuerpo metodológico y el procedimiento para el diseño. El cuarto capítulo se presentan los resultados y la interpretación de los mismos. En el capítulo cinco se determinan las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado con este proyecto de investigación.

Palabras Claves: Diabetes mellitus, plataforma, comunicación, OCR, IoT, Raspberry Pi.

ABSTRACT

The project aims to provide an alternative for data collection in glycemic control for diabetes mellitus by using new technologies. The need to improve data management tools and control methods arises to prevent partial or total loss within public and private healthcare establishments in Ecuador. By designing an IoT communication platform for diabetes mellitus control, a tool is provided to the treating physician to evaluate the body's response to various medical and dietary questions based on the monitoring of glycemic test records. The platform is based on the use of devices such as Raspberry Pi, which can connect to the Internet of Things (IoT), the camera module use, and the Optical Character Recognition (OCR) function, which converts an image into text. This allows for registering glucose values tested by the "accu-chek" meter, thus creating a MySQL database. By linking IoT applications such as Thingspeak and statistical analysis tools like SPSS, we can observe the graphical representation of data obtained over a time and analyze the patient's evolution. For example, we can establish dietary patterns based on consuming different products and their impact on individuals with diabetes mellitus for future cases. The development of these research projects aims to improve the quality of life for people with diabetes mellitus through Information and Communication Technologies. The document is divided into five chapters. The first chapter covers the introduction, justification, problem statement, and general and specific objectives. The second chapter presents the theoretical framework. The third chapter details the methodological approach and the design procedure. The fourth chapter presents the results and their interpretation. The fifth chapter includes the conclusions and recommendations reached with this research project.

Keywords: Diabetes mellitus, platform, communication, OCR, IoT, Raspberry Pi.



Reviewed by: Marcela González
C.I. 0603017708
English Professor

CAPÍTULO I.

1.1 Introducción.

Junto con los apresurados progresos en tecnología, los dispositivos del pasado reciente se están volviendo más inteligentes. Internet ha progresado rápido y esto ha otorgado que el Internet de las cosas (IoT) sea ahora una realidad y no tan solo una ilusión de futuro. La fama de esta tecnología radica principalmente en todas las aplicaciones y soluciones que nos proporciona para favorecer en gran medida la vida cotidiana de las personas.

Internet de las cosas (IoT) es la red de elementos físicos: mecanismos, utensilios, medios de transporte, edificios y otros elementos integrados con electrónica, circuitos, programas, sensores y conectividad de red que permite a estos objetos agrupar y compartir datos a través de protocolos de peso ligero como Mqtt, Coap, etc.; los cuales pueden aprovechar diversos los sistemas radiantes de comunicación entre los que encontramos GSM, 3g,4g,5g, Wifi, Bluetooth [1].

IoT permite que los objetos se detecten y controlen de forma remota a través de infraestructura de red, creando oportunidades para una integración más directa del mundo físico en sistemas computacionales, lo que da como resultado una mayor eficiencia y precisión [2].

La implementación de nuevas plataformas de comunicación en tiempo real facilitará el desarrollo de la telemedicina y será clave en la atención preventiva y emergente, mejorando la calidad asistencial y la seguridad; también la adopción de tecnologías basadas en la nube dinamizará el fácil acceso a historiales médicos electrónicos y prescripción de recetas médicas digitales [3].

Por otro lado la Diabetes Mellitus se considera una enfermedad crónica y un problema grave de salud, cuya afectación no solo es para pacientes diabéticos sino también para cuidadores, familias y países. En Ecuador , los médicos opinan que el sobrepeso y la obesidad son uno de los factores que contribuyen al crecimiento de la diabetes debido a que origina sustancias tóxicas que bloquean la acción de la insulina , y la convierte en una de las principales causas de muerte en el país.

Uno de los motivos de que exista un alto porcentaje de fallecimientos a causa de la diabetes es la complejidad en la obtención de una cita médica para su tratamiento, sin mencionar el costo económico que representa en términos de movilidad, ya que la mayor parte de los especialistas se encuentran en las grandes ciudades del Ecuador y hay una elevada cantidad de pacientes que están a la espera.

Actualmente la cantidad de dispositivos inteligentes con capacidad de conexión a internet es muy alta, pero existe deficiencia de servicios telemédicos para la atención oportuna y de emergencia de la diabetes mellitus, por este motivo se propone el diseño de una plataforma de comunicación IoT con el fin de crear un medio de atención primaria en tiempo real y cuya plataforma sea adaptable y expandible a otros campos como ingeniería, industrias alimenticias, domótica, etc. para la solución de problemas puntuales o investigación científica dentro de las telecomunicaciones.

Para instaurar la metodología de este proyecto se requiere una investigación experimental fundamentado que el principal medio de acceso a la plataforma sea los teléfonos inteligentes "Smartphones", a través de una aplicación móvil o de un ordenador mediante una página web. Todo éste proceso se realizará investigando y comprobando las diferentes hipótesis para obtener una plataforma eficiente y fácil de interactuar.

El estudio de estos temas propone la creación de nuevos sistemas de comunicación de mayor eficiencia y capacidad cuyo desarrollo sea acorde a las necesidades del país, y aplica nuevos métodos de comunicación para mejorar la calidad de vida de la población en general.

1.2 Planteamiento del Problema.

La explotación de la infraestructura de telecomunicaciones, facilitan el intercambio de información y datos electrónicos para monitoreo remoto, diagnóstico y otras formas de servicios. El crecimiento desmedido de dispositivos electrónicos y la inclusión del internet de las cosas (IoT), se está volviendo cada vez más esencial en la vida diaria, está ganando cada vez más popularidad gracias a que hoy en día, los dispositivos inteligentes se utilizan en gran medida.

El Ecuador es uno de los países de Latinoamérica que no tiene un sistema o control de datos fiables de la prevalencia de la diabetes[4], afectando a todos los sectores de la población ecuatoriana y se presenta en el rango de edad entre los 19 y 59 años, siendo una de las razones del deterioro de esta enfermedad la falta de monitoreo por parte del personal médico y del paciente, por dicho motivo el personal de salud se ve limitado al momento de la administración y dosificación de los medicamentos.

Sólo tomando un año de referencia, en 2.013 con datos recopilados por el INEC murieron aproximadamente 4.600 pacientes con Diabetes Mellitus en la República del Ecuador con tasas cada vez más elevadas [4].

Una forma de abordaje de la problemática actual, basados en las estadísticas que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Censos(INEC), es que se procura el diseño de una plataforma de comunicación IoT para el control de diabetes y así mitigar las principales carencias del sistema de salud ecuatoriano. Tener un medio de atención rápida apoyado de las nuevas tecnologías y la facilidad de acceso que brindan los dispositivos inteligentes.

La realización de este proyecto se llevara a cabo a través de un método analítico y experimental sustentado en la investigación para el desarrollo de este sistema de comunicación y mediante el uso de servidores IoT y técnicas de programación avanzada se podrá comprobar y añadir características puntuales, sin dejar de lado la escalabilidad hacia otras áreas y servicios.

Como resultado sería una mejora en la calidad de vida especialmente en las zonas rurales donde hay un número insuficiente de especialistas y no existen en servicios de salud cercanos.

1.3 Justificación.

Las primeras comunicaciones a través de sistemas electrónicos tuvieron lugar en 1844 con la inmersión de la telegrafía, seguida de la telefonía en 1878. En estos sistemas, las señales se remitían a través de líneas de transmisión de dos hilos conductores, que conectaban el emisor con el receptor. En 1854, a partir de los desarrollos geométricos llevados a cabo por Maxwell y corroborados por los test de Hertz en 1887 y los primeros sistemas de radiocomunicaciones de Marconi en 1897 [5].

El Internet de las cosas (IoT) propuesto en 1999 y es reconocido como la próxima carrera del futuro de la tecnología. Este fenómeno se prueba tanto por el interés comercial como de experimentación, la operatividad de estar interconectado a través de redes de bajo costo para dispositivos inteligentes se vuelve más fácil a medida que se espera que nosotros tendrá más de 24 mil millones de dispositivos conectados en el año 2020 [6].

La pandemia por Coronavirus (COVID-19) ha precipitado acciones inéditas para el diario vivir de todas las personas. La cuarentena obligatoria utilizada como principal medida para evitar contagios masivos cambió el normal desempeño de muchos procesos [7]. En estas circunstancias la telemedicina se ha convertido en un gran avance ya que uno de los puntos fuertes de ésta es la reducción de tiempos de espera para la atención y la mitigación de la distancia para brindar servicios de salud bajo las características que brinda el uso de IoT.

La implementación de un sistema de telepresencia es una solución viable para el tratamiento de enfermedades crónicas bajo una plataforma dedicada a la comunicación en tiempo real para que los médicos puedan seguir prestando servicios de salud, incluso si sus pacientes están a una gran distancia [8].

La salud electrónica (e-Health) es un concepto amplio que implica la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación en los sistemas de vigilancia, prevención, promoción y atención a la salud. Como componentes de la e-Health se incluyen principalmente los sistemas de administración de insumos o recursos (agenda de citas, laboratorio clínico o farmacia), el expediente clínico electrónico, la prescripción electrónica, los sistemas de amparo a la seguridad hospitalaria, el beneficio de dispositivos móviles, los sistemas de imagenología,

los sistemas de atención a distancia, así como la educación a través de recursos digitales. Otros elementos que pueden considerarse parte de la E-salud son los procedimientos de almacenamiento y el examen exhaustivo de datos, el aprendizaje artificial y los procedimientos de “internet de las cosas” [9].

Con respecto al sistema de salud en el Ecuador se evidencia las falencias significativas en los historiales clínicos, base de datos, manejo de información preventiva, canales de comunicación y de acceso a la información para los pacientes en general y sobre todo los que tienen diabetes. Es por ello que este proyecto tiene como finalidad otorgar una opción de solución ante esta problemática, en la cual todos los ecuatorianos sin un cuidado adecuado podemos desarrollar esta patología. Además de permitir obtener un registro de datos de un determinado grupo de pacientes que pueden ser objeto de nuevos estudios científicos para la Diabetes Mellitus.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Diseñar de una plataforma de comunicación para el control de la Diabetes Mellitus mediante el internet de las cosas IoT.

1.4.2 Específicos

- Establecer el montaje de un servidor bajo el protocolo MQTT de internet de las cosas (IoT) en una plataforma gratuita.
- Diseñar una página web para el acceso y visualización de datos.
- Instaurar una visualización móvil para la portabilidad y fácil acceso a la plataforma de comunicación.
- Análisis del correcto funcionamiento de la plataforma de comunicación.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1 Internet of Things (IoT)

El Internet of Things (IoT) es un paso más en la evolución del Internet impulsado por la inclusión de objetos físicos combinados con la capacidad de proporcionar servicios más inteligentes al medio de convivencia a medida que se dispone de más datos. Varios entornos de aplicaciones que van desde la prevención de la salud y ciudades inteligentes a transporte y logística ya están empezando a beneficiarse de los conceptos de IoT [10].

Sin embargo, existen desafíos asociados con IoT, como la interoperabilidad que deben ser direccionados en el camino hacia la visión de las “cosas” que son capaces de comunicarse entre sí. Para solucionar este desafío se necesita la comunicación e interconectividad de las “cosas” independientes de las tecnologías, protocolos de comunicación y formatos de datos subyacentes. Esto les permitirá participar activamente en Internet, intercambiando información sobre sí mismos y su entorno.[10]

IoT es un nuevo concepto que envuelve un número cada vez mayor de objetos diversos e inteligentes de la vida cotidiana (ejemplo: vehículos, sensores de salud, ropa, equipos industriales, cerraduras inteligentes, luces inteligentes, teléfonos inteligentes, etc.), con el único fin de generar facilidad en el desempeño de actividades y captación de datos [11].

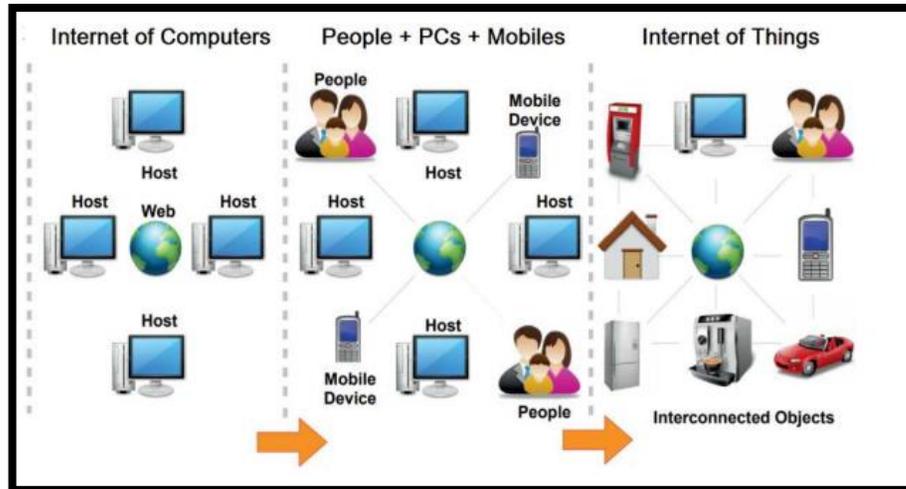


Figura 1: Descripción del avance Tecnológico.

Fuente: Vargas, Diana Cecilia Yacchirema. *Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (IoT)*. Diss. Universitat Politècnica de València, 2019.

2.1.1 Definición

El Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) propone dos definiciones de acuerdo al grado de complejidad de los escenarios de aplicación:

En la primera definición centrada en los ambientes y escenarios con un bajo nivel de dificultad menciona que IoT es una red que conecta “cosas” reconocibles de forma única a Internet. Dichos objetos o “cosas” tienen capacidades de localización/actuación y programación. A través de la explotación de la identificación y detección únicas, la información sobre las “cosas” se pueden recopilar y el estado de las “cosas” se puede cambiar desde cualquier sitio, en cualquier instante, por cualquier “cosa” [12].

La segunda definición centrada en escenarios más complejos combina las definiciones anteriores para describir a IoT como una red compleja, adaptable y de autoconfiguración que interconecta “cosas” a Internet mediante protocolos de comunicación estándar. Las “cosas” interconectadas tienen representación física o virtual en el mundo digital, capacidad de detección/actuación, una característica de programación y son identificables de manera única. La representación contiene información que incluye la identidad de las “cosas”, el estado, la ubicación o cualquier otra información comercial, social o privada relevante. Las “cosas”

IoT. Su importancia reside en las capacidades que tienen para hacer que los entornos físicos sean “inteligentes” [13].

Conectividad: Una característica es la presencia de una infraestructura de red que habilite la comunicación de los dispositivos IoT, su integración perfecta y un esquema de direccionamiento único. Esta infraestructura de red debe superar la idea de una Intranet de dispositivos separados. En IoT, la cantidad de opciones de conectividad crecerá exponencialmente y los desafíos de escalabilidad e interoperabilidad se mantendrán [10].

Datos: El verdadero valor de IoT radica en los datos asociados a cada dispositivo que se obtienen a partir de la interconexión entre ellos. Estos datos deben ser el primer paso hacia la acción y la inteligencia; sin embargo, solo la información no es suficiente, el análisis, el uso inteligente de estos datos, y la capacidad de vincularlos con otros datos, amplía su valor [10].

Autonomía: Es una característica recurrente de los dispositivos IoT. Gracias a esta característica tienen la capacidad de realizar la mayoría de sus tareas sin la intervención humana o de otros dispositivos, un grado de control sobre sus acciones y su propio estado interno según el contexto, las condiciones cambiantes o el entorno detectado [14].

Servicios: Los servicios deben estar disponibles para interactuar con los dispositivos IoT, consultar su estado y cualquier información asociada a ellos, considerando las limitaciones, como seguridad de datos, coherencia semántica entre los dispositivos IoT y sus correspondientes objetos virtuales [10].

Heterogeneidad: plantea problemas de interoperabilidad y es otra característica a menudo enfatizada y de primordial importancia a considerar para el desarrollo de esta tecnología. IoT aborda una gran diversidad de dispositivos, generalmente con capacidades de comunicación y computación muy básicas, que desafía la suposición de que cualquier dispositivo presenta una pila de protocolos completa; su realización probablemente seguirá un proceso incremental, a partir de la interoperabilidad de dispositivos. Por lo tanto, se requiere el diseño de soluciones apropiadas que permitan la integración perfecta de dispositivos IoT a través de la coexistencia de los protocolos de comunicación, tecnologías subyacentes y el acceso a los recursos dentro de la solución de interconexión elegida [10].

2.1.3 Arquitectura IoT

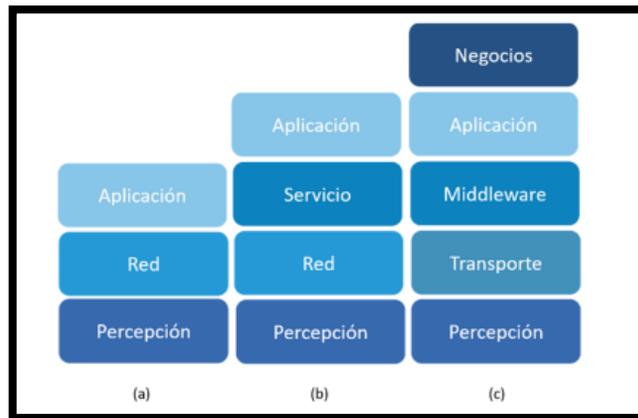


Figura 3: Representación por capas de la arquitectura IoT

Fuente: Vargas, Diana Cecilia Yacchirema. Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (IoT). Diss. Universitat Politècnica de València, 2019.

Capa de Percepción: Esta capa inicial denominada percepción representa a los dispositivos físicos de IoT (sensores y actuadores). La principal responsabilidad de esta capa es la identificación de dispositivos, la recopilación de datos del entorno por parte de los dispositivos sensores y la transformación de estos datos en señales digitales. Esta capa también permite ejecutar acciones sobre el entorno a través de los dispositivos sensores [16].

Capa de Red: La capa de red es responsable de conectarse a otros dispositivos físicos, dispositivos de red y servidores. Sus características también se utilizan para transmitir y procesar los datos de los sensores [16].

Capa de Aplicación: En esta capa se encuadran las aplicaciones y servicios del usuario, que hacen un uso efectivo de la información procesada de los sensores. Adicionalmente, esta capa permite compartir datos con otras aplicaciones, servicios, sistemas y plataformas. Define varias aplicaciones en las que se puede implementar IoT, por ejemplo, transporte móvil, ciudad automatizada, casa inteligente, entre otras [16].

Capa de Servicio: La capa de servicio también denominada capa de middleware es responsable de almacenar los datos provenientes de la capa de transporte, extraer información

de valor a partir del procesamiento y análisis de estos datos y tomar decisiones automáticas basadas en los resultados generados. Puede administrar y proporcionar un conjunto diverso de servicios a las capas inferiores [16].

Capa de Negocios: Esta capa administra todo el sistema de IoT, apoya el proceso de toma de decisiones incluidas las aplicaciones, los modelos de negocio y la privacidad [16].

2.1.4 Protocolos IoT

2.1.4.1 Advanced Messaging Queuing Protocol (AMQP)

AMQP es un protocolo de la capa de aplicación para IoT que se enfoca en ambientes orientados a mensajes. AMQP requiere de un protocolo de transporte confiable como TCP para intercambiar mensajes. La comunicación en este protocolo es manejada por dos componentes principales: el área de intercambio (Exchanges) y las colas (Messages queues) [17].

Los exchanges son usados para direccionar los mensajes a las messages queues apropiadas. El direccionamiento entre los exchanges y las messages queues está basado en algunas reglas y condiciones predefinidas. Los mensajes pueden ser almacenados en messages queues y entonces ser enviados a los receptores. Mas allá de este tipo de comunicación punto a punto, AMQP también soporta el modelo de comunicación publish/subscribe [18].

Este protocolo permite que las aplicaciones envíen y reciban mensajes. En este sentido, es como la mensajería instantánea o correo electrónico. Donde AMQP difiere enormemente es que permite especificar los mensajes que se recibirán y de donde proceden y como se hacen los compromisos con respecto a la seguridad, la confiabilidad y el rendimiento [19].

2.1.4.2 Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP)

XMPP es un protocolo de comunicaciones que fue diseñado inicialmente para mensajería instantánea y el intercambio de mensajes entre aplicaciones. Fue estandarizado por la Internet Engineering Task Force hace más de una década, por lo tanto, es bien conocido y se ha probado que es altamente eficiente sobre internet [18].

En la actualidad es muy usado para diálogos, llamadas de voz y video, y telepresencia entre múltiples partes. XMPP permite a los usuarios comunicarse entre ellos enviando mensajes

a través de internet, no importa que sistema operativo estén usando. Otro método de operación es que las aplicaciones de mensajería instantánea conseguir: autenticación, control de acceso, medición de privacidad, hop-by-hop, cifrado extremo a extremo y compatibilidad con otros protocolos [20].

2.1.4.3 Constrained Application Protocol (CoAP)

CoAP Es un protocolo de capa de aplicación ligero diseñado por el grupo de trabajo IETF Constrained RESTful Environments - CoRE para su uso entornos restringidos, es decir, en entornos formados por dispositivos y redes de baja potencia, y a menudo con altas tasas de error de paquetes (con pérdida), como por ejemplo las redes IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks (6LowPAN). En cuanto a funcionamiento CoAP es similar a HTTP basado en una arquitectura REST (Representational State Transfer). Sin embargo, CoAP se usa en combinación con 6LowPAN sobre UDP, mientras que HTTP opera sobre TCP a menudo con el protocolo IP a nivel de capa de red [21].

CoAP apunta a reemplazar a HTTP en nodos restringidos debido a que proporciona una transferencia de datos mucho mayor y con menor sobrecarga en la red. Esto se debe al tamaño significativamente menor de las cabeceras, dado que todos los métodos y códigos de estado se codifica de forma binaria, lo cual reduce la sobrecarga del protocolo. En consecuencia, consume menor energía por lo que es un protocolo adecuado para las aplicaciones de IoT. Un análisis respectivo de la cantidad de bytes al usar CoAP y HTTP, revela que el número de bytes por transacción es 1.288 y 128 al usar HTTP y CoAP, respectivamente. Es decir, una transacción CoAP tiene una cantidad de bytes significativamente más pequeña que la transacción HTTP, como consecuencia de la compresión del encabezado. No obstante, CoAP está diseñado para interactuar con HTTP de forma sencilla a través de crossproxies que pueden traducir de manera directa las solicitudes/respuestas entre los dos protocolos, a fin de que éstos puedan trabajar juntos en entornos de Internet tradicionales y restringidos permitiendo así una interoperación transparente entre ellos [22].

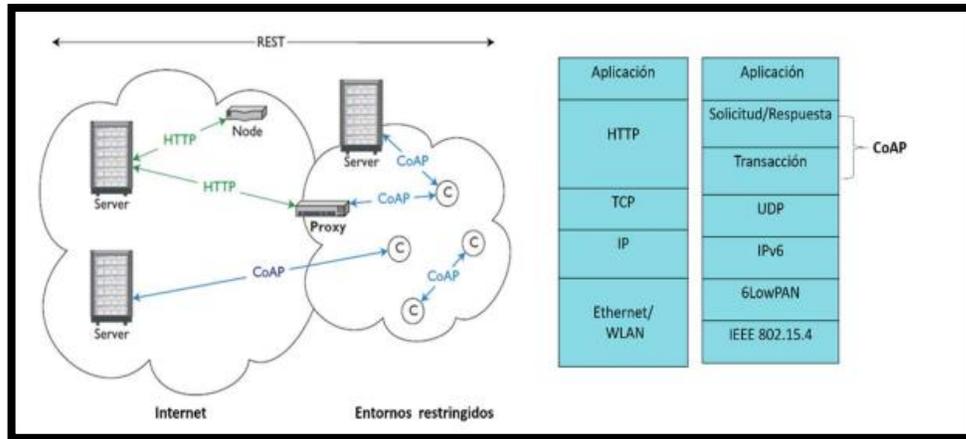


Figura 4: Representación de la coexistencia y funcionamiento de CoAP y HTTP

Fuente: Vargas, Diana Cecilia Yacchirema. *Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (IoT)*. Diss. Universitat Politècnica de València, 2019.

La subcapa de Transacción: Maneja el intercambio de mensajes asíncrono entre los puntos finales a través del protocolo UDP, detectando duplicaciones y proporcionando una comunicación confiable.

La subcapa de Solicitud/Respuesta: Es responsable de la transmisión de solicitudes y respuestas para el manejo y transmisión de recursos. En esta capa se produce la comunicación basada en REST, en la que los recursos son abstracciones controladas por el servidor, los cuales se identifican mediante un URI (Uniform Resource Identifier) y pueden ser gestionados utilizando cuatro métodos: GET, POST, PUT y DELETE, los cuales se definen como sigue:

GET: recobra una representación de la información que corresponde actualmente al recurso identificado por el URI de solicitud.

POST: requiere que se procese la representación incluida en la solicitud. Por lo general, se crea un nuevo recurso o se actualiza el recurso de destino.

PUT: solicita que el recurso identificado por el URI de la solicitud se actualice o cree en la representación adjunta. El formato de representación se especifica mediante el tipo de medio.

DELETE: solicita que se elimine el recurso identificado por el URI de la solicitud.

CoAP define cuatro tipos de mensajes:

- Confirmable (CON): requiere confirmación.
- No confirmable (NON): no requiere confirmación.
- Asentimiento o reconocimiento (ACK): identifica que llegó un mensaje confirmable específico.
- Reset (RST): indica que se ha recibido un mensaje (confirmable o No confirmable) pero falta el contexto para ser procesado correctamente.

2.1.4.4 Data Distribution Service (DDS)

DDS es un protocolo publish/subscribe para comunicación en tiempo real de máquina a máquina (M2M) que ha sido desarrollado por el Object Management Group (OMG). En contraste con otros protocolos de aplicación que usan el modelo publish/subscribe como MQTT y AMQP, DDS se basa en una arquitectura sin broker y usa multidifusión para conseguir una excelente QoS (Quality of Service) y una alta confiabilidad a sus aplicaciones. Su arquitectura publish/subscribe sin broker encaja bien a las condiciones de tiempo real para comunicaciones IoT y M2M. En la arquitectura DDS se define dos capas: Data-Centric Publish-Subscribe (DCPS) y Data-Local Reconstruction Layer (DLRL). DCPS es responsable de la entrega de información a los suscriptores. DLRL, por otro lado, es una capa opcional y sirve como una interface a las funcionalidades de DCPS. Facilita el comportamiento de los datos entre objetos distribuidos [23].

2.1.4.5 MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

Es un protocolo de transporte de mensajería ligero que fue impulsado en 1999 por IBM(International Business Machines Corporation) y estandarizado en 2013 por la Organization for the Advancement of Structured Information Standards(OASIS).

Actualmente, MQTT es uno de los protocolos ampliamente utilizados en IoT y en comunicaciones M2M debido a su capacidad de ancho de banda y eficiencia de energía. Gracias a esta capacidad, MQTT al igual que CoAP, también está diseñado para redes restringidas con

ancho de banda limitado y baja velocidad de transmisión, y dispositivos con recursos limitados [10].

No obstante, este protocolo similar a HTTP solo puede ser ejecutado sobre los protocolos TCP e IP. En contraste con el paradigma de Solicitud /Respuesta de HTTP, MQTT usa una arquitectura publish/subscribe para el intercambio de mensajes a través de un nodo central denominado broker.

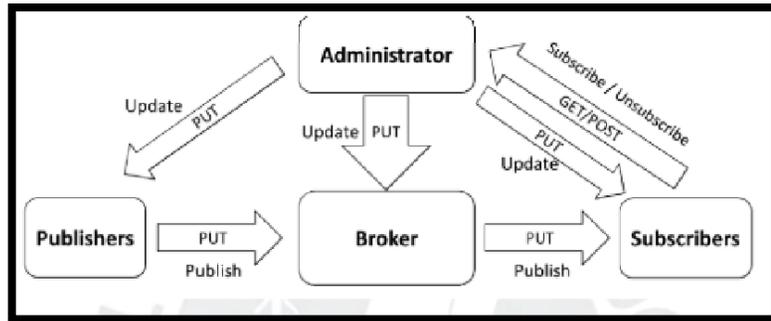


Figura 5: Modelo de funcionamiento del protocolo MQTT

Fuente: Jiménez Canal, V. R. Evaluación y diseño de una Plataforma IoT con soporte de protocolo MQTT para un entorno de red empresarial.

Su estrategia de comunicación se basa en la definición de topics, que son mensajes de tipos específicos enviados por los publicadores al broker y recibidos por los subscriptores. En general el protocolo MQTT clasifica los actores que participan en la red en clientes y servidores. Los clientes pueden tomar el rol de publicadores o subscriptores o ambos, mientras que los servidores representan a los brokers. No obstante, en una comunicación pueden estar presentes varios brokers. En este caso un broker puede actuar como cliente publicando los mensajes a otros brokers (que también pueden actuar como clientes). Los mensajes que se publican en la red se clasifican según diferentes tipos y los clientes solo recibirán aquellos tipos de mensajes a los que previamente se han suscrito.

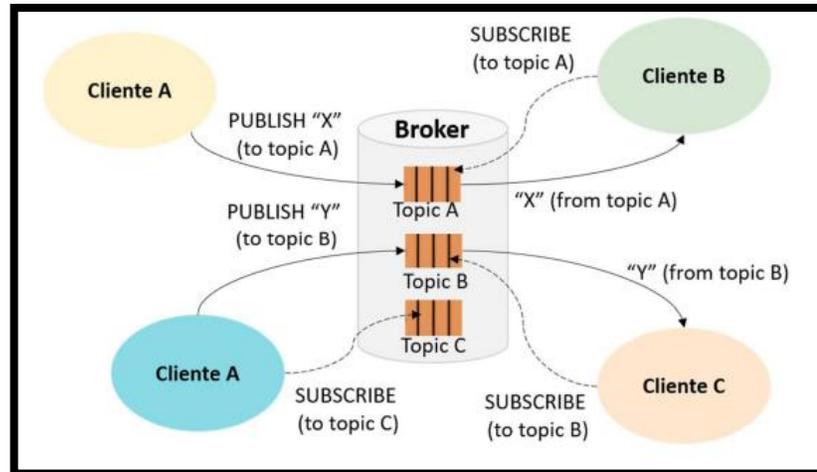


Figura 6: Funcionamiento básico del Protocolo MQTT

Fuente: Vargas, Diana Cecilia Yacchirema. *Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (IoT)*. Diss. Universitat Politècnica de València, 2019.

Otra característica fundamental de MQTT es que garantiza la confiabilidad de las transmisiones. Para ello, define tres niveles de QoS, que reflejan el acuerdo con respecto a la transferencia de mensajes entre el broker y el cliente de publicación o suscriptor. Estos son:

QoS 0 (Como máximo una vez): Este es el nivel de QoS más rápido y requiere solo 1 mensaje. Un mensaje con QoS 0 se entrega como máximo una vez o no se entrega en absoluto. Este mensaje no se almacena en el remitente, tampoco se confirma o se reconoce su entrega a través de la red; si el cliente está desconectado o el servidor falla, el mensaje podría perderse. Una vez que se ha enviado el mensaje, este se elimina de la cola de mensajes salientes. Por lo tanto, con este nivel no hay posibilidad de mensajes duplicados.

QoS 1 (Al menos una vez): Este es el nivel de QoS predeterminado de transferencia. Este nivel garantiza que un mensaje se entrega al menos una vez. Esto requiere que el mensaje se almacene en el lado del remitente hasta que se reciba un acuse de recibo (PUBACK). Si no se recibe dicho acuse, según los tiempos de espera, un remitente retransmitirá el mensaje con el indicador DUP (identificador de duplicado). Por lo tanto, los suscriptores pueden recibir el mismo mensaje varias veces. Una vez que se ha recibido el acuse de recibo, el mensaje se elimina de la cola de mensajes de salida [10].

QoS 2 (Exactamente una vez): Este es el nivel más alto de servicio en MQTT. El mismo que garantiza que un mensaje sea recibido solo una vez por los destinatarios previstos, sin posibilidad de que este llegue duplicado. La garantía es proporcionada por al menos dos flujos de solicitud/respuesta, es decir se establece un acuerdo de cuatro vías entre el remitente y el receptor. El remitente y el receptor utilizan el identificador de paquete del mensaje publicado original para coordinar la entrega del mensaje. Cuando un receptor obtiene un mensaje responde al remitente con un paquete PUBREC que reconoce el paquete publicado. Si el remitente no obtiene este reconocimiento, envía el paquete nuevamente con el indicador DUP hasta que reciba el acuse de recibo. Una vez que el remitente recibe el acuse de recibo del receptor, el remitente descarta de forma segura el paquete inicial y responde con un paquete PUBREL. Aunque es el nivel de QoS más seguro, es más lento en procesamiento [10].

Tabla 1: Análisis comparativo de los protocolos de capa de aplicación

Características	MQTT	CoAP
Patrón de comunicación	Pub/Sub	Petición/Respuesta Pub/Sub (Observe)
Protocolo de transporte	TCP	UDP
Mecanismos de seguridad	SSL	DTLS
Mecanismos de confiabilidad	QoS-1, QoS-2 y QoS-3	Mensajes confirmables (CON), mensajes no confirmables NON, Acuses de recibo (ACKs) y retransmisiones.
Orientación de diseño	Estructura de <i>topics</i> , que los clientes deben conocer previamente.	Estructura de recursos y descubrimiento a través de la URI /.well-known.

Fuente: Vargas, Diana Cecilia Yacchirema. *Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (IoT)*. Diss. Universitat Politècnica de València, 2019.

2.2 Diabetes Mellitus

Durante las dos últimas décadas, la diabetes es un importante foco clínico para los desarrollos de telemedicina a través de sistemas inteligentes . Debido a su multifactorialidad y carácter sistémico, la diabetes mellitus ha sido considerado un paradigma de los trastornos crónicos que ha llevado a la aplicación de tecnologías de la información en el cuidado de la diabetes . Las aplicaciones han sido clasificadas teniendo en cuenta varios enfoques, como el usuario final del sistema, el paciente o el médico para proporcionarles herramientas en el cuidado de la diabetes, o bajo encabezados tecnológicos más generales tales como bases de datos clínicas, algoritmos terapéuticos, sistemas de apoyo a la decisión , modelado y herramientas educativas .

La palabra diabetes etimológicamente procede del griego “atravesar o fluir a través” y mellitus del latín “dulce como la miel”. El papiro de Ebers se considera la primera referencia histórica de la diabetes, ya que en él se describen síntomas que parecen corresponder a esta enfermedad, asimismo, se instauran remedios para combatir el exceso de azúcar y dietas como tratamiento. Un médico inglés, John Rollo, publicó sus observaciones sobre dos casos en los que describía síntomas de la enfermedad, fue el primero en acuñar el término de diabetes mellitus.

La diabetes mellitus (DM) es una alteración metabólica, crónica, no transmisible y de etiología multifactorial caracterizada por la presencia de hiperglucemia crónica que se acompaña en mayor o menor medida de cambios en el metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas y lípidos. Aunque al comienzo la etiología de la DM puede ser muy numerosos, son comunes las alteraciones en la secreción o sensibilidad a la acción de la insulina.

En cuanto a la clasificación de esta patología, La última guía de actualización de la American Diabetes Association (ADA) mantiene la clasificación etiológica de la diabetes en varios tipos de diabetes mellitus :

Diabetes Mellitus tipo 1: se debe a la destrucción de células beta y generalmente se relaciona un déficit absoluto de insulina.

Diabetes Mellitus tipo 2: es secundaria a un defecto progresivo en la secreción de insulina, sobre una base de insulinoresistencia.

Diabetes Gestacional: se denomina así al estado de diabetes diagnosticado durante el segundo o tercer trimestre del embarazo, en mujeres que previamente (antes de la gestación) no presentaban diabetes [24].

Otros tipos específicos de diabetes: diabetes por defectos genéticos de la función de la célula beta (diabetes tipo MODY), por defectos genéticos en la acción de la insulina (síndrome de Rabson Mendenhall, leprechaunismo, diabetes lipoatrófica), enfermedades del páncreas exocrino (fibrosis quística, neoplasias pancreáticas, pancreatectomía, pancreatitis, pancreatopatía fibrocalculosa, hemocromatosis), endocrinopatías (síndrome de Cushing, feocromocitoma, hipertiroidismo, acromegalia, etc.), infecciones (rubéola congénita, CMV), diabetes inducida por fármacos o sustancias químicas (glucocorticoides, hormona tiroidea, agonistas beta-adrenérgicos, tratamiento antirretroviral, tiazidas, ácido nicotínico, etc.) y formas de diabetes infrecuentes inmunomediadas (síndrome del “hombre rígido”, anticuerpos antireceptor de insulina) [25].

Tabla 2: Cuadro comparativo de los diferentes tipos de la diabetes mellitus

Tipo	Sospecha diagnóstica	Patogenia	Solicitar
DM tipo 1	Inicio brusco. Edad <30 años. Síntomas típicos (pérdida de peso). No obesidad.	Déficit absoluto de la secreción de insulina	Anticuerpos-ICA (anti islotes pancreáticos)
DM tipo 2	Inicio lento. Edad >30 años. Escasos síntomas. Obesidad central, HTA, hipertrigliceridemia.	Resistencia a la acción periférica de la insulina (si obesos o péptido C > 3ng/ml). Déficit relativo de secreción de insulina (si delgado y péptido C < 2ng/ml).	Si delgadez, valorar péptido C.
Diabetes LADA	Inicio progresivo. Edad >25 años. No obesidad. AF de DM1 o enfermedades autoinmunes.	Déficit progresivo de secreción de insulina	Anticuerpos anti-GAD (anti glutamato decarboxilasa)
Diabetes MODY	Edad <25 años. Obesidad. AF de DM2 (>2 generaciones).	Menor sensibilidad del sensor glucémico beta.	Valorar estudio cromosómico.
Diabetes secundaria	Enfermedades asociadas (infecciones pancreatitis) o toma de fármacos (corticoides, diuréticos, hormonas tiroideas, betabloqueantes)	Descartar enfermedades del páncreas exocrino, endocrinopatías, fármacos, infecciones, defectos genéticos, etc.	Exploraciones complementarias dirigidas

2.2.1 Diabetes Mellitus Tipo 2

La diabetes mellitus tipo 2 es una perturbación metabólica crónica consecuencia de defectos tanto en la secreción como en la acción de la insulina. La raíz principal de la hiperglucemia en ayunas, es el valor elevado en la producción basal de glucosa hepática aun en presencia de hiperinsulinemia; después de una comida, la degradada producción de glucosa hepática y la fijación disminuida de glucosa mediada por la insulina en el tejido muscular contribuyen con la hiperglucemia posprandial [26].

La DM2 se caracteriza por hiperglucemia, deterioro relativo en la secreción de insulina y resistencia insulínica (RI), cuando no se consigue un control óptimo en las cifras de glucemia en los pacientes DM2, puede requerirse tratamiento con insulina, además de los antidiabéticos orales previamente indicados. Entre los mecanismos fisiopatológicos responsables del desarrollo de DM2, se incluyen la predisposición genética, la insulino-resistencia, el defecto en la secreción de insulina por daño a nivel de la célula beta y factores como la dieta inadecuada, la obesidad y el sedentarismo [27][28].

Existen diversos niveles de RI y de déficit de insulina, por deterioro de la célula β pancreática, que pueden exhibir los pacientes con DM2. En respuesta a la RI, se produce una mayor cantidad de insulina (hiperinsulinismo) para intentar contrarrestar dicha RI y mantener normales los niveles de glucemia. Posteriormente, tras esta hiperinsulinemia compensatoria, la célula β pancreática pierde su capacidad de producción de insulina, produciéndose un déficit relativo de ésta, lo cual conlleva un aumento en el nivel de glucemia, inicialmente durante el estado postprandial y, posteriormente, en ayunas. Es por ello, que para el desarrollo de DM2 se requiere de un cierto grado de RI y del deterioro de la célula β pancreática [29].

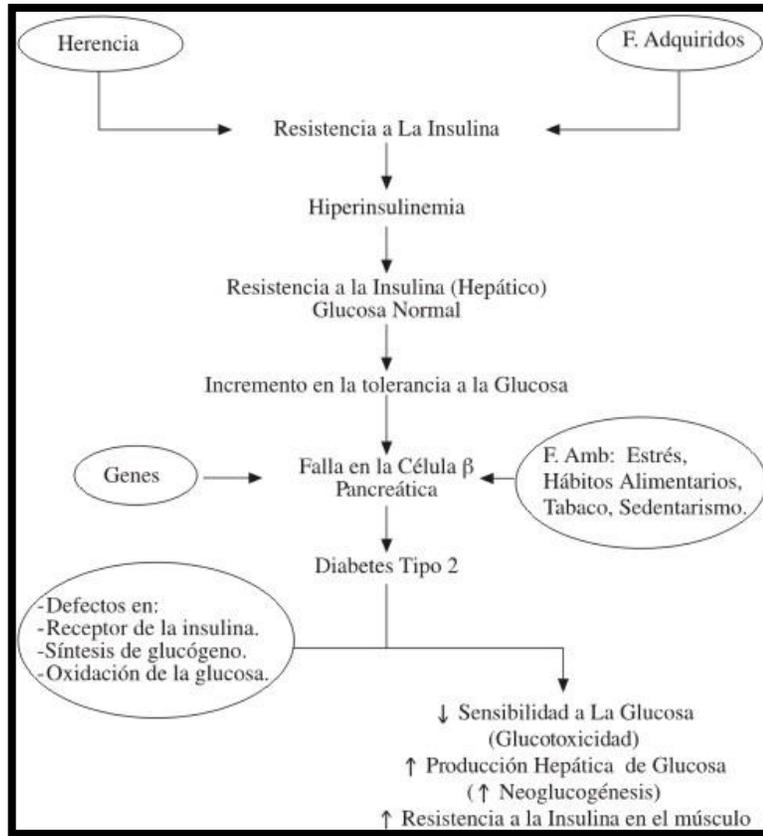


Figura 7: Fisiopatología de la Diabetes tipo 2

2.2.2 Resistencia Insulínica (RI)

Se denomina Resistencia Insulínica (RI) al fenómeno fisiopatológico en el cual no se consigue una disminución adecuada de los niveles de glucemia para una concentración determinada de insulina. En la DM2 hay una disminución en la absorción de glucosa por los tejidos mediada por insulina. La RI es la mejor alerta para la determinación de la DM2 y presenta una estrecha relación con la obesidad, ya que todo paciente obeso debería presentar RI, excepto los “obesos metabólicamente sanos o insulinosensibles” los cuales a pesar de tener un IMC por encima de 30 kg/m² no presentan RI ni ningún otro factor de riesgo añadido y realizan ejercicio físico de forma habitual.

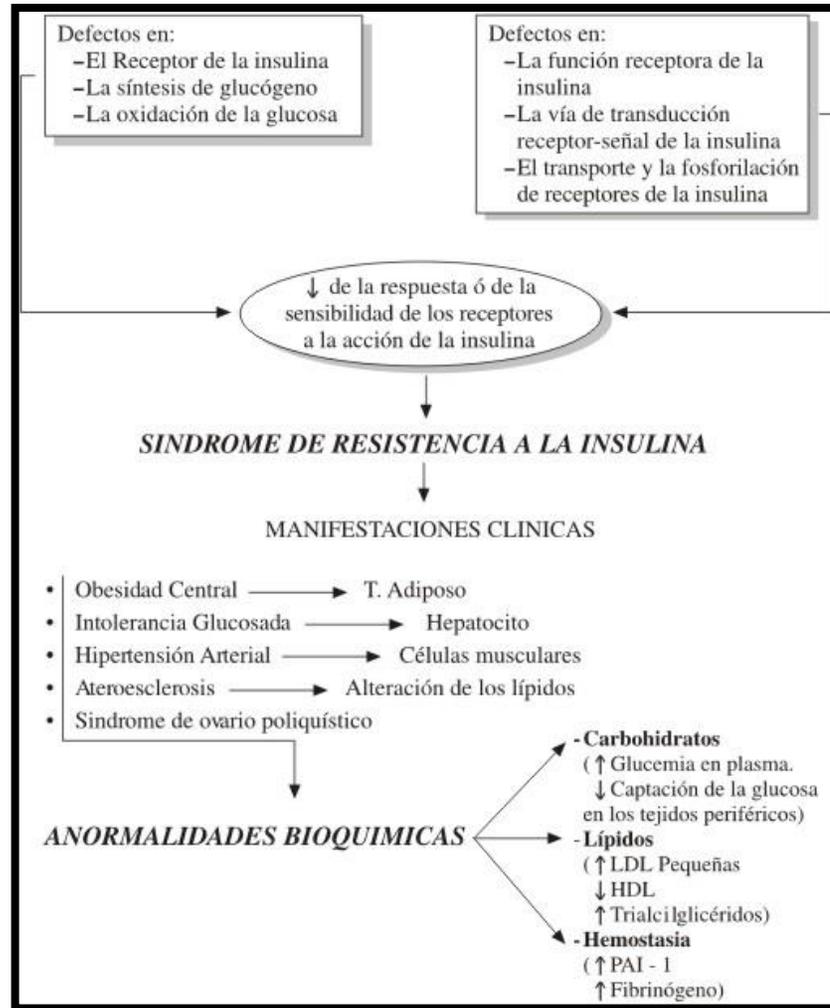


Figura 8: Manifestaciones clínicas y principales anormalidades bioquímicas del síndrome de resistencia a la insulina.

2.2.3 Recomendaciones de cuidados en el paciente diabético

2.2.3.1 La alimentación en el paciente diabético

Las personas con diabetes no deben alimentarse de forma diferente a como lo haría cualquier persona que desee llevar una nutrición saludable. Este tipo de dieta será llevada a cabo por nuestros pacientes de por vida y siempre individualizada a las características personales de cada paciente (edad, sexo, cultura, patología concomitante etc).

Un caso particular será los pacientes diabéticos tratados con insulina, los cuales requieren un adiestramiento específico a la hora de seleccionar los alimentos, sobre todo

cantidad y tipo de carbohidratos, ajustar la ingesta en función de la actividad física llevada a cabo, así como, del tipo de insulina administrada.

2.2.3.2 Ejercicio físico en el paciente diabético

El tipo de ejercicio siempre recomendable en las personas con diabetes será aquel ejercicio de baja intensidad y larga duración (ejercicio aeróbico) como podría ser andar, correr, nadar, jugar al fútbol o baloncesto. Siempre individualizando las características del mismo a cada tipo de persona, adaptando de igual modo la ingesta de alimentos, así como, la dosis de insulina.

2.2.3.3 Medidas de autocontrol

Un buen autocontrol nos garantiza que el paciente está capacitado en conocimientos y habilidades para llevar a cabo de forma individualizada las pautas de autocuidados cotidianos. El equipo multidisciplinar encargado del tratamiento y educación en diabetes debe garantizar que la información recibida es homogénea y exacta.

2.2.3.4 Medición de niveles de glucosa en sangre (glucemia)

La mejor forma de identificar la glucemia es mediante una pequeña extracción de sangre. Generalmente mediante una pequeña gota por incisión capilar en una yema del dedo. En primer lugar se lavarán bien las manos con agua y jabón, secando y pinchando sobre la yema del dedo para extraer la gota de sangre. Hoy en día existen dispositivos como los bolígrafos con aguja incorporada que minimizan el dolor a la hora de la extracción. Tras conseguir la gota de sangre lo acercaremos al dispositivo electrónico de medición de azúcar (glucómetro) e interpretaremos y tomaremos las decisiones oportunas en función de las cifras dadas.

2.2.4 Situaciones de alarma.

2.2.4.1 Hipoglucemia

La hipoglucemia se produce cuando los niveles de azúcar en sangre están por debajo de 50 mg/dl. Puede estar causada por: empleo de demasiada insulina, haber comido menos o haberse saltado alguna comida del día, hacer más actividad física de lo habitual o la ingesta de alcohol. Los signos o síntomas que puede presentar la hipoglucemia son: sentir cansancio o agotamiento, temblor, sudoración o mareo.

Para prevenir la hipoglucemia será importante controles regulares de glucemia, ingesta adecuada en cantidad y tiempo a lo largo del día. Así como preparar el ejercicio (dosis de insulina, toma de hidratos de carbono) y evitar el alcohol.

2.2.4.2 Hiperglucemia:

En el caso de las hiperglucemias las razones causales más frecuentes pueden ser: el comer demasiado, una dieta rica en azúcares, no hacer nada de ejercicio o hacer menos de lo habitual, el olvido en alguna toma de un fármaco o la inyección de una dosis de insulina menor de la indicada. También puede aumentar la glucemia durante el curso de alguna enfermedad aguda o en periodos de mucho estrés.

Entre la sintomatología más común de la hiperglucemia podemos encontrar: sentir la boca seca, tener sed y orinar abundantemente, cansancio, vista borrosa o pérdida de peso involuntaria. Con niveles altos de glucemia puede aparecer dolor de estómago, náuseas incluso vómitos. Los niveles altos de glucemia en el tiempo pueden acarrear daños en la vista, riñones, pies, sistema nervioso y cardiovascular.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 MARCO METODOLÓGICO

El presente proyecto de investigación propone una orientación investigativa – experimental pues es el que mejor se adapta a las necesidades del estudio.

Por otro lado se utilizara una metodología cualitativa basado en la estructura de desarrollo de tipo exploratoria y descriptiva orientada al proceso de establecer la comunicación y cuya realidad es dinámica por la capacidad de adaptación.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se pretende realizar es de tipo experimental y aplicada, basada en la recopilación de información y análisis de los parámetros de diseño.

Además es una investigación de tipo practica ya que se realizara el diseño de una plataforma de comunicación en la se establecerá una base de datos con la cual se permitirá tener seguimiento de casos individuales.

3.3 MÉTODO INVESTIGATIVO EXPERIMENTAL

En este apartado de explicar el funcionamiento de la plataforma de comunicación, poniendo en prueba distintas características con las que contara el sistema y que brinden fiabilidad de datos.

A través de un método explicativo se dará a conocer cada uno de los acontecimientos dentro de la plataforma de comunicación y se identificara el actuar de cada una de las tecnologías implícitas en el sistema.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población:

La población es una parte fundamental para el diseño y dimensionamiento de la plataforma de comunicación, es por ello que se tomó como referencia la sala de área diabética

del hospital básico del IESS sede Esmeraldas, que atiende alrededor de 25 pacientes diarios, siendo equivalente a 600 pacientes mensuales aproximadamente.

La población será la cantidad de usuarios (pacientes) registrados en la base de datos y en la cual se tendrá los valores necesarios para poder tener un control efectivo de la diabetes mellitus.

3.4.2 Muestra:

La muestra se obtendrá de los usuarios registrados en la base de datos que tenga la plataforma mediante un proceso aleatorio y la cantidad de datos dependerá de los parámetros obligatorios que cada usuario brinde a la plataforma.

Los datos principales para un control efectivo de la diabetes mellitus son el nivel de azúcar en la sangre y la presión arterial , pero cabe mencionar que se puede añadir otros como edad , peso, estatura, índice de masa corporal, etc.

3.5 TÉCNICA

Programación estructurada: esta técnica consiste en programar, comprobar el funcionamiento de cada una de las etapas que consta el proyecto con la finalidad de mitigar posibles fallos a futuro.

3.6 FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de este trabajo se realizó una recopilación de información investigativa y experimental acerca de IoT y plataformas de comunicación bajo este régimen.

Bajo investigación se establecerá como se va a realizar la comunicación entre dispositivos y se afinara su funcionamiento mediante pruebas simultaneas del sistema, con la posibilidad de ponerlo en un entorno real, médico tratante y pacientes, para analizar su comportamiento .

Los repositorios como base de datos consultada contienen a ScienceDirect, y IEEE con una restricción de publicación que no exceda a 5 años.

3.7 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los instrumentos necesarios para lograr cumplir con los objetivos planteados en el proyecto, son herramientas que desempeñan un papel de apoyo dentro de un proceso, incluye NGROK, JAVA SCRIPT, NOTEPAD, VISUAL STUDIO CODE, SPSS, entre otros.

3.8 Variables

Variable	Concepto	Indicadores	Técnicas e instrumentación
Independiente Diseño de una plataforma de comunicación IoT para control de la diabetes mellitus	La comunicación IoT permite establecer comunicaciones en tiempo real entre dispositivos electrónicos que tengan acceso a internet	Acceso a internet Registro de usuario Publisher – subscriber Montaje del servidor bajo el protocolo MQTT Diseño Página web	Técnicas de programación Java script Visual Studio
Dependiente Parámetros de control de la diabetes mellitus	Instaurar características de almacenamiento para llevar el control de datos para análisis estadísticos y control de la enfermedad	Nivel de azúcar en la sangre Presión arterial Índice de masa corporal Peso Estatura	Tensiómetro Balanza Test rápido de nivel de azúcar en la sangre.

3.9 Procedimiento de Investigación

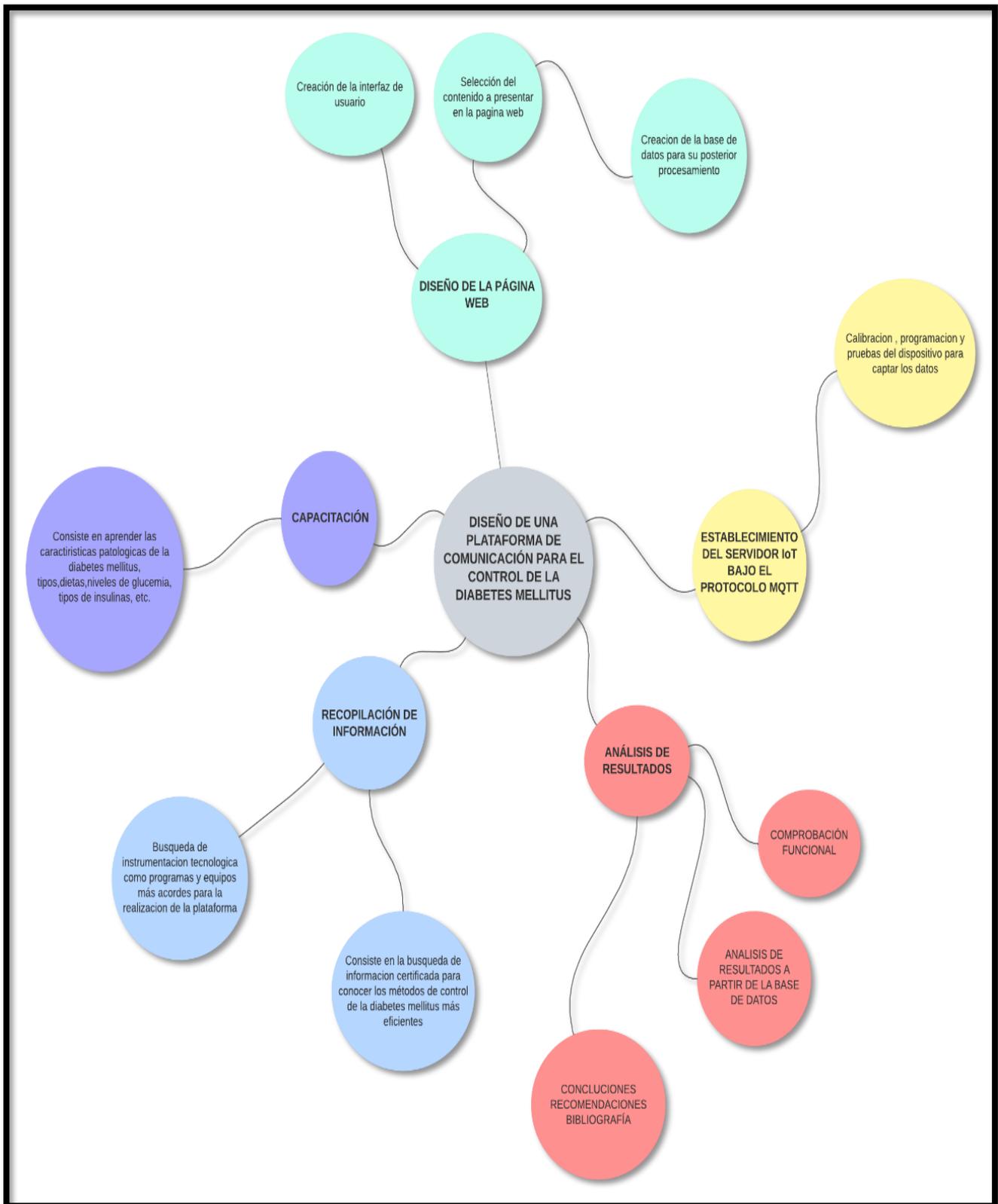


Figura 9: Estructura para el desarrollo del proyecto de investigación.

3.10 Diseño de la plataforma de comunicación

3.10.1 Tecnologías usadas para el desarrollo de la plataforma

Para desarrollo web hay numerosas tecnologías que se pueden usar y, a veces, es complicado elegir mejor opción para sus objetivos. Esto se debe a que existen diferentes formas, desde páginas web convencionales hasta CRM "Customer Relationship Management" (Gestión de Relación con los Clientes), paneles de administración y softwares más complejos.

3.10.1.1 Tecnologías frontend o del lado del cliente

En este tipo de tecnologías como lo muestra la figura 10, frontend se usa para la creación web mediante el desarrollo de interfaces de usuario y de las comunicaciones con el servidor.

Dentro de la página web representa la fácil interacción del usuario para la obtención de información.

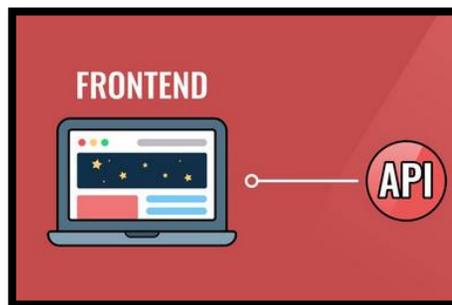


Figura 10: Identificación de frontend

Entre ellas podemos encontrar las siguientes:

3.10.1.1.1 HTML

HTML es una de las tecnologías web fundamentales, que funciona como un lenguaje de marcado, usado para la creación y gestión de sitios web. Radica en un conjunto de códigos cortos, que se catalogan como archivos de textos en las etiquetas; básicamente, HTML (ver figura 11), sirve para referir el contenido de un sitio web, como la información estructurada de párrafos, imágenes, etc.



Figura 11: Lenguaje HTML

3.10.1.1.2 JavaScript

Es un lenguaje de programación multiplataforma y se lo reconoce como se muestra en la figura 12, sirve para dar una mayor interactividad y dinamismo a los sitios web. Entre sus distintas funcionalidades tenemos:

- Animaciones como objetos
- Localizar errores en formularios,
- Cambiar elementos web de manera intuitiva,
- Crear cookies, etc.



Figura 12: Logo del lenguaje JavaScript

3.10.1.1.3 CSS

CSS tiene una relación muy fuerte con HTML. Dado que HTML es un lenguaje de marcado (es decir, constituye la base de un sitio web) y CSS resalta el estilo (toda la parte estética de un sitio web), ver figura 13 para identificar su logo.



Figura 13: Logo del lenguaje CSS

3.10.1.1.4 Tecnologías backend o del lado del servidor

Las tecnologías backend son las que se encargan de los comportamientos de la web en el servidor, donde se lleva a cabo todas las configuraciones e intercomunicaciones entre distintos lenguajes de programación, ver figura 14.

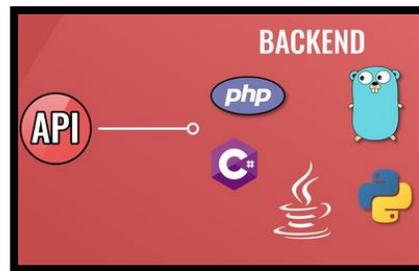


Figura 14: Identificación de Backend

Entre ellas:

3.10.1.1.5 PHP

La peculiaridad principal de PHP es que maneja la comunicación de un sitio web con un servidor de datos. debido a este rasgo puede crear un contenido dinámico que accede a trabajar con bases de datos como MySQL y con HTML.



Figura 15: Logo del lenguaje PHP

3.10.1.1.6 Python

Python , además de tener una gran cantidad de librerías, destaca por su sencillez y potencia, ya que usa menos líneas de código que cualquier otro lenguaje de programación para cualquier aplicación que se ejecute.



Figura 16: Logo del lenguaje Python

3.10.1.1.7 MySQL

Es un administrador de bases de datos y permite a los usuarios elegir el motor de almacenamiento más eficaz para cualquier tabla dada, ya que el programa es idóneo de utilizar múltiples métodos de almacenamiento para tablas individuales.



Figura 17: Logo del lenguaje MySQL

3.10.1.1.8 Frameworks y librerías

Son una cadena de herramientas y librerías de código ya escrito que facilitan a los desarrolladores las tareas cotidianas o de uso común para evitar ejecutarlas desde cero.

3.10.1.1.9 Bootstrap

Es un framework CSS de código abierto que facilita y agiliza el desarrollo web. Incluye listas de diseño basadas en HTML y CSS con la que es posible cambiar tipografías, formularios, botones, tablas, navegaciones, menús desplegables, etc.



Figura 18: Logo de Bootstrap

3.11 Interfaz de inicio de la plataforma

En la pantalla de inicio de la plataforma (ver figura 19), se caracteriza por utilizar un lenguaje abstracto a través de una imagen representativa a comida saludable y un medidor de glucosa con un valor del nivel de azúcar correcto. Con el único objetivo es que usuario mediante su primera impresión entienda que el principal camino para tener un verdadero control sobre la diabetes mellitus es la alimentación saludable.

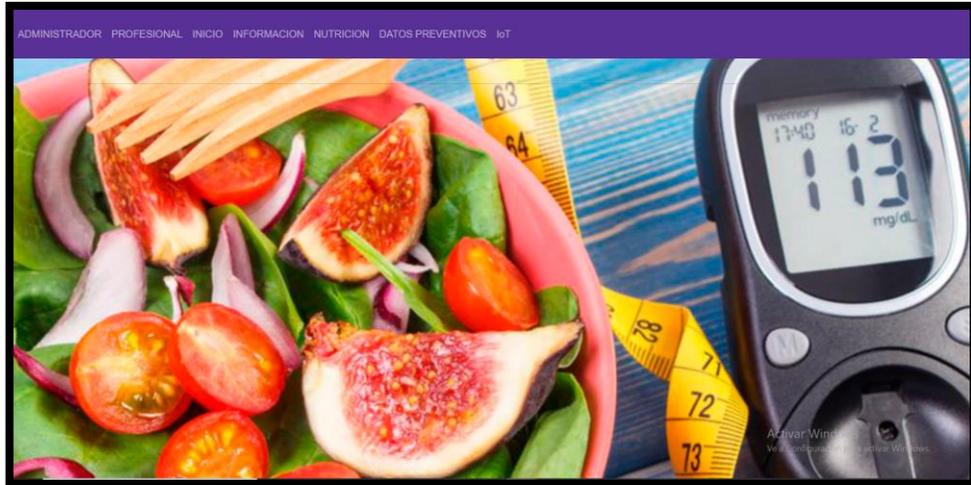


Figura 19: Interfaz de Inicio de la plataforma

3.11.1 Menú principal

El menú principal de la plataforma está compuesto de los siguientes ítems: administrador, profesional, inicio, información, nutrición, datos preventivos e IoT



Figura 20: Menú Principal de la plataforma

3.11.2 Administrador

Dentro de este ítem nos vamos a encontrar con todo lo necesario para ver los registros de usuarios conectados a la base de datos, desde aquí se va a poder agregar, modificar y eliminar registros.

The image shows a login form titled "Login". It contains two input fields: "Usuario" with the text "alexander" and "Contraseña:" with a masked password ".....". Below the fields is a blue button labeled "Entrar al Administrador".

Figura 21: Interfaz de ingreso al administrador de registros.

3.11.3 Profesional

Aquí se describe al médico tratante a breves rasgos, con el objetivo que el usuario gane confianza en base a la experiencia del diabetólogo y pueda seguir a carta cabal sus indicaciones.

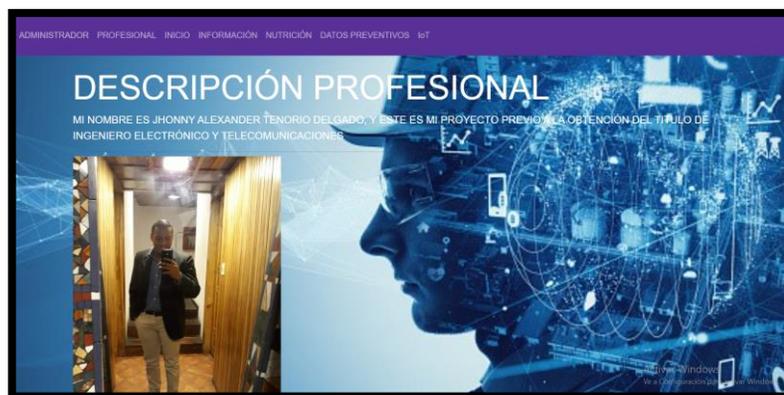


Figura 22: Interfaz de la sección profesional

3.11.4 Inicio

Es la portada de la plataforma con una imagen alusiva al tema central

3.11.5 Información

En este punto encontraremos información básica y específica de la diabetes mellitus y sus tipos.



Figura 23: Interfaz de la sección Información

3.11.6 Nutrición

Esta sección está compuesta por dos partes importantes como dieta y métodos preventivos.

Dieta: Constituye una serie de imágenes de fácil entendimiento y se detalla una alimentación apropiada para sobre llevar de manera eficiente a la diabetes mellitus.



Figura 24: Interfaz de la sección dieta

TABLAS ALIMENTICIAS PARA PERSONAS DIABÉTICAS



DIETA PARA DIABETES

PRIMERA SEMANA		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Desayuno	Lleche desnatada con cereales de desayuno no azucarados. Pan de fruta.	Café o infusion con leche desnatada. Pan con aceite de oliva vegetal. Pasa de fruta.	Café o infusion con leche desnatada. 2 biscotes integrales. Cereales de desayuno natural sin azúcar.	Café o infusion con leche desnatada. Tostada con queso bajo en grasa. Pasa de fruta.	Lleche desnatada con cereales de desayuno no azucarados. Pasa de fruta.	Café o infusion con leche desnatada. 2 biscotes integrales. Pasa de fruta.	Café o infusion con leche desnatada. 2 biscotes integrales. Pasa de fruta.	Café o infusion con leche desnatada. Pan con aceite de oliva vegetal. Pasa de fruta.
Medio día	3 biscotes integrales con queso de Burgos desnatado.	Yogur desnatado de frutas. 2 biscotes integrales.	Yogur desnatado con cereales de desayuno no azucarados.	Cereales de pajar y papa.	Pan con queso de Burgos desnatado.	Yogur líquido desnatado. 3 galletas tipo María.	3 biscotes con queso fresco.	
Comida	Ensalada a la virgenita. Merluza a la plancha. Pan. Fruta de temporada.	Españoles integrales con patatas. Pasa a la naranja. Pan. Fruta de temporada.	Ensalada de huevo duro y remolacha. Salmón a la plancha. Pan. Fruta de temporada.	Yogur desnatado. 2 galletas tipo María.	Arroz con leche al vapor. Cordero al diente. Pan. Fruta de temporada.	Ensalada templada de zanahoria y manzana. Merluza a la plancha. Pan. Fruta de temporada.	Ensalada de garbanos. Sopa asada con cebolla. Pan. Fruta de temporada.	Ensalada de queso, huevo y atún. Salmón a la plancha. Pan. Fruta de temporada.
Merienda	Batido de yogur y fresas.	Café o infusion con leche desnatada. 2 galletas tipo María.		Café o infusion con leche desnatada.	Yogur desnatado. 2 galletas tipo María.	3 biscotes con queso desnatado.	Yogur desnatado de frutas. 2 galletas tipo María.	
Cena	Arroz integral al curry. Salmón al horno con cebolla. Pan. Fruta de temporada.	Berenjena rellena. Pasa especiada a la plancha. Salmón con cebolla verde. Pan. Fruta de temporada.	Verduras de temporada. Calabacín a la plancha. Pan. Brócoli de mango. Pasa y fresas.	Ensalada de la fuerza. Salmón al horno con cebolla. Pan. Fruta de temporada.	Salsado de calabacín, berenjena y pimientos. Cita de arroz de arroz con arroz. Pan. Fruta de temporada.	Biscuit al vapor. Pan al estrogón. Pan. Fruta de temporada.	Biscuit al vapor. Pan al estrogón. Pan. Fruta de temporada.	Brócoli de temporada. Sopa con queso. Salmón a la plancha. Pan. Fruta de temporada.

Figura 25: Contenido de la sección dieta

Métodos preventivos: se compone de imágenes ilustrativas de formas para evitar la proliferación de la diabetes mellitus en la población aplicable desde tempranas edades.



Figura 26: Interfaz de la sección métodos preventivos



Figura 27: Contenido de la sección métodos preventivos

3.11.7 Datos preventivos

Se compone de una serie de valores específicos de fácil entendimiento, en el cual el usuario podrá darse cuenta el estado en el que se encuentra su salud , relacionando los datos medidos con los establecidos.

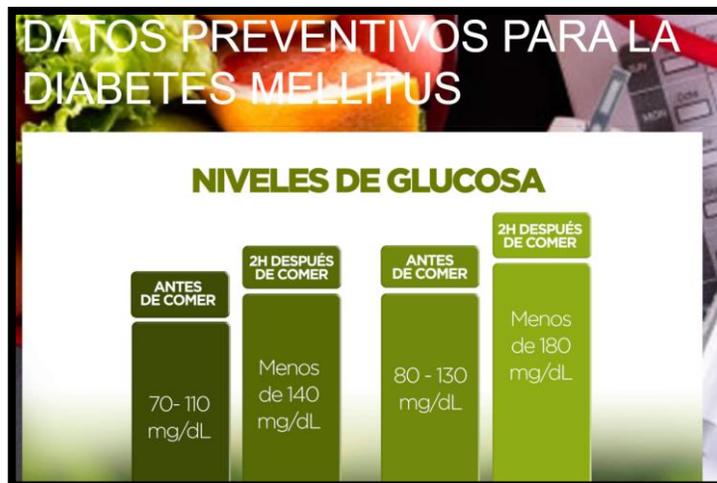


Figura 28: Contenido de la sección datos preventivos

3.12 Diseño IoT

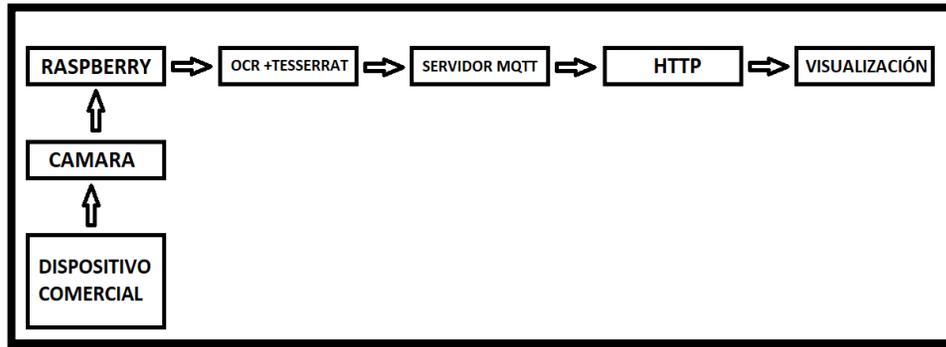


Figura 29: Diagrama de funcionamiento IoT

En el diagrama mostrado en la figura 29, está constituido por varios bloques en los cuales se detallan la serie de pasos para el proceso de captación de datos y se detallara cada uno de ellos a continuación:

Dispositivo Comercial: es el medidor de glucosa el cual funciona a base de sangre del paciente y de un reactivo que se encuentra en la tirilla, siendo parte vital en el sistema porque es quien brinda el dato.

Cámara: el módulo de cámara trabaja en conjunto con la Raspberry pi para la captura de datos.

OCR+ TESSERACT: una vez capturada la imagen y a través del uso de Python empleamos la herramienta OCR + TESSERACT para realizar la conversión de imagen a texto y poder ingresar a la etapa de envío.

Servidor MQTT: mediante esta etapa se va a recibir el resultado del OCR + TESSERACT y se va a realizar el envío a la página web http.

HTTP: en esta etapa se recibirá la respuesta del servidor MQTT y se la registrara en la base de datos para su posterior análisis.

Visualización: se comprende del uso de la base de datos con los valores de glucosa capturado por el dispositivo implementa y poder general una gráfica significativa en la cual el usuario con un simple análisis tengo al menos una idea clara de cómo se encuentra su salud.

CAPÍTULO IV

4. Resultados

Luego de un determinado proceso de diseño, programación y pruebas se obtiene una plataforma de comunicación para la diabetes mellitus, en la cual se compone de un dispositivo de captación de datos, método para visualización móvil, una base de datos que es la parte fundamental de la plataforma.

Cabe mencionar que a cada uno de los pacientes se le realizó el ingreso manual y a través del dispositivo para evaluar su funcionamiento. Se realizaron 5 días mediciones glucémicas en horas de la mañana antes de su dosis diaria de insulina y en la noche en horas previas a su descanso para tener una idea clara de la reacción de su cuerpo en cada uno los pacientes que colaboraron con este proyecto. Como resultado obtendremos una gráfica en la cual se observara la variación en los niveles de glucosa, en la cual el médico tratante podrá identificar el método más efectivo para contrarrestar alguna alteración.

Para el análisis del sistema se optó por puntualizar 3 casos muy particulares para comprender la afectación de esta enfermedad dentro del cuerpo humano.

Primer caso, paciente en el cual se encuentra en una etapa avanzada en la cual se evidencia pérdida de extremidad inferior y cruza un proceso de recuperación, su alimentación no es adecuada llegando a momentos a consumir comidas altas en grasas, carbohidratos y gaseosa.

Datos del paciente

Nombre: Carlos Castillo

Edad: 54 años

Localidad: Esmeraldas

Centro de atención: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social “IESS”

ID	Nombre	Edad	Peso	Presión	Glucosa
15/01/2023 7:11:51	Carlos Castillo	54	87 kg	125/80	250
15/01/2023 21:29:55	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	140

16/01/2023 8:03:16	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	130
16/01/2023 20:17:09	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	147
17/01/2023 6:49:46	Carlos Castillo	54	87 kg	130/80	117
17/01/2023 18:50:50	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	300
18/01/2023 7:21:42	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	200
18/01/2023 19:36:11	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	163
19/01/2023 8:37:59	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	113
19/01/2023 20:49:01	Carlos Castillo	54	87 kg	120/80	127

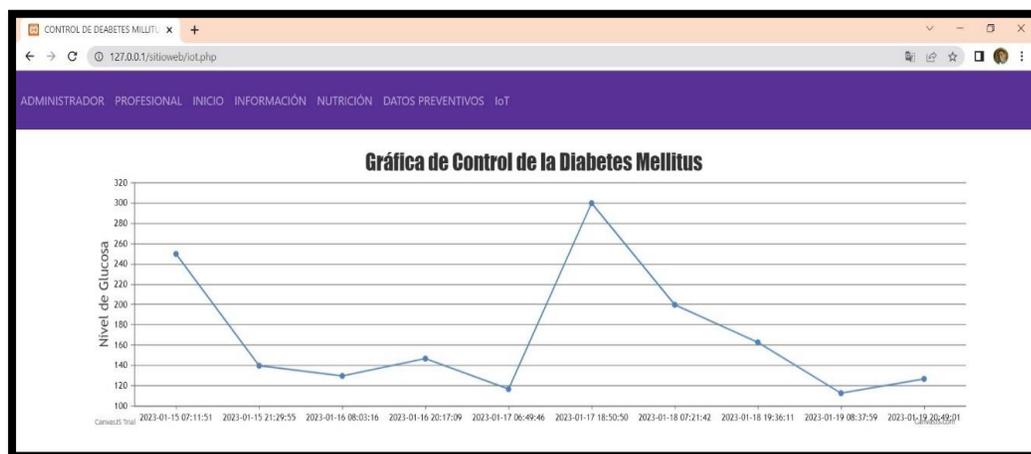


Figura 30: Gráfica de la variación de niveles de glucosa del paciente Carlos Castillo

En el Segundo caso, la paciente se encuentra en una edad avanzada pero gracias a sus familiares cuenta con un control ordenado, tiene una alimentación adecuada pero con consumos deficientes proteínas.

Dentro de su control se realiza la toma del peso y presión arterial.

Datos del paciente

Nombre: Zeneida Delgado

Edad: 82 años

Localidad: Esmeraldas

Centro de atención: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social "IESS"

ID	Nombre	Edad	Peso	Presión	Glucosa
23/01/2023 7:31:35	Zeneida Delgado	82	80 kg	125/80	170
23/01/2023 20:09:22	Zeneida Delgado	82	80 kg	125/80	120
24/01/2023 7:15:56	Zeneida Delgado	82	80 kg	130/70	160
24/01/2023 20:10:10	Zeneida Delgado	82	80 kg	110/70	110
25/01/2023 8:25:15	Zeneida Delgado	82	80 kg	110/70	100
25/01/2023 19:27:30	Zeneida Delgado	82	80 kg	110/70	115
26/01/2023 7:34:07	Zeneida Delgado	82	80 kg	110/70	90
26/01/2023 20:49:59	Zeneida Delgado	82	80 kg	115/80	100
27/01/2023 7:46:48	Zeneida Delgado	82	80 kg	120/80	85
27/01/2023 19:59:10	Zeneida Delgado	82	80 kg	120/80	105

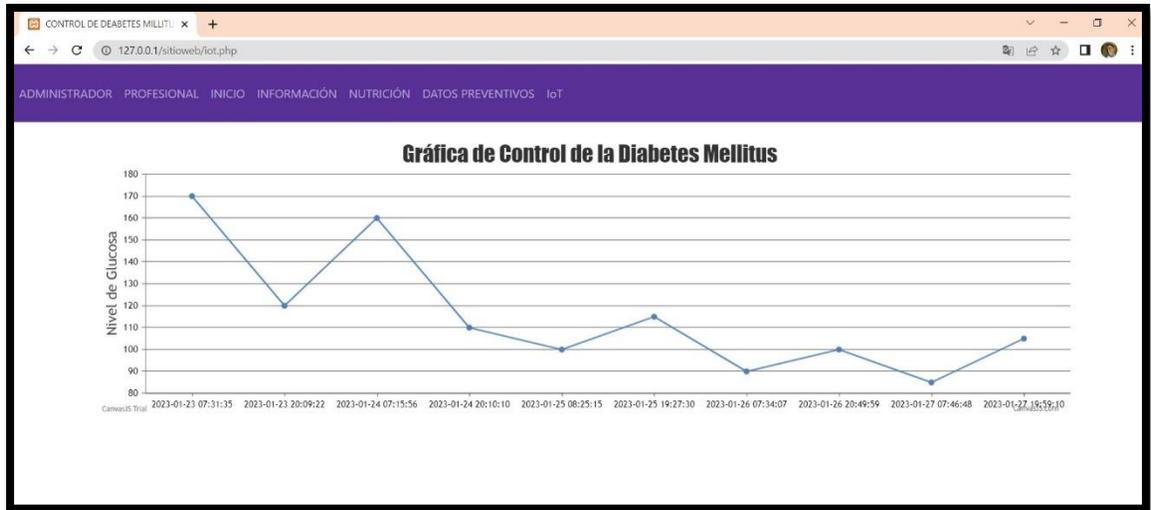


Figura 31: Gráfica de la variación de niveles de glucosa de la paciente Zeneida Delgado

En el Tercer caso, la paciente es joven de una edad relativamente baja cuenta con un buen control diabético, su dieta se basa en la ingesta de proteínas y vegetales.

Datos del paciente

Nombre: Carolina Benalcázar

Edad: 33 años

Localidad: Esmeraldas

Centro de atención: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social "IESS"

ID	Nombre	Edad	Peso	Presión	Glucosa
30/01/2023 7:04:34	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	75
30/01/2023 21:15:09	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	90
31/01/2023 9:25:14	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	89
31/01/2023 21:00:23	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	95
01/02/2023 8:11:50	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	80
01/02/2023 22:12:37	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	101
02/02/2023 8:25:44	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	87
02/02/2023 19:40:56	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	130
03/02/2023 7:13:25	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	97
03/02/2023 20:47:48	Carolina Benalcázar	33	57 kg	120/80	84



Figura 32: Gráfica de la variación de niveles de glucosa de la paciente Carolina Benalcázar

4.1 Efectividad del dispositivo en la captación de datos

Datos del paciente

Nombre: Carlos Castillo

Edad: 54 años

Localidad: Esmeraldas

Centro de atención: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social “IESS”

Tabla 3: resultados medidos con el dispositivo Raspberry pi

Prodigy AutoCode	Raspberry Pi	Observaciones
250	25	falla en medición
140	1	falla en medición
130	13	falla en medición

147	147	medida correcta
117	117	medida correcta
300	300	Medida correcta
200	200	medida correcta
163	16	falla en medición
113	113	medida correcta
127	127	medida correcta

Datos del paciente

Nombre: Zeneida Delgado

Edad: 82 años

Localidad: Esmeraldas

Centro de atención: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social “IESS”

Tabla 4: resultados medidos con el dispositivo Raspberry pi

Prodigy AutoCode	Raspberry Pi	Observaciones
170		falla en medición
120	120	medida correcta
160	160	medida correcta
110	110	medida correcta
100	100	medida correcta
115	115	medida correcta
90	90	medida correcta
100	10	falla en medición
85	8	falla en medición
105	105	medida correcta

Datos del paciente

Nombre: Carolina Benalcázar

Edad: 33 años

Localidad: Esmeraldas

Centro de atención: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social “IESS”

Tabla 5: resultados medidos con el dispositivo Raspberry pi

Prodigy AutoCode	Raspberry Pi	Observaciones
75	75	medida correcta
90	90	medida correcta
89	8	falla en medición
95	95	medida correcta
80	80	medida correcta
101	101	medida correcta
87		falla en medición
130	130	medida correcta
97	97	medida correcta
84	84	medida correcta

4.2 Análisis Estadístico.

4.2.1 Diagrama de Cajas Simple.

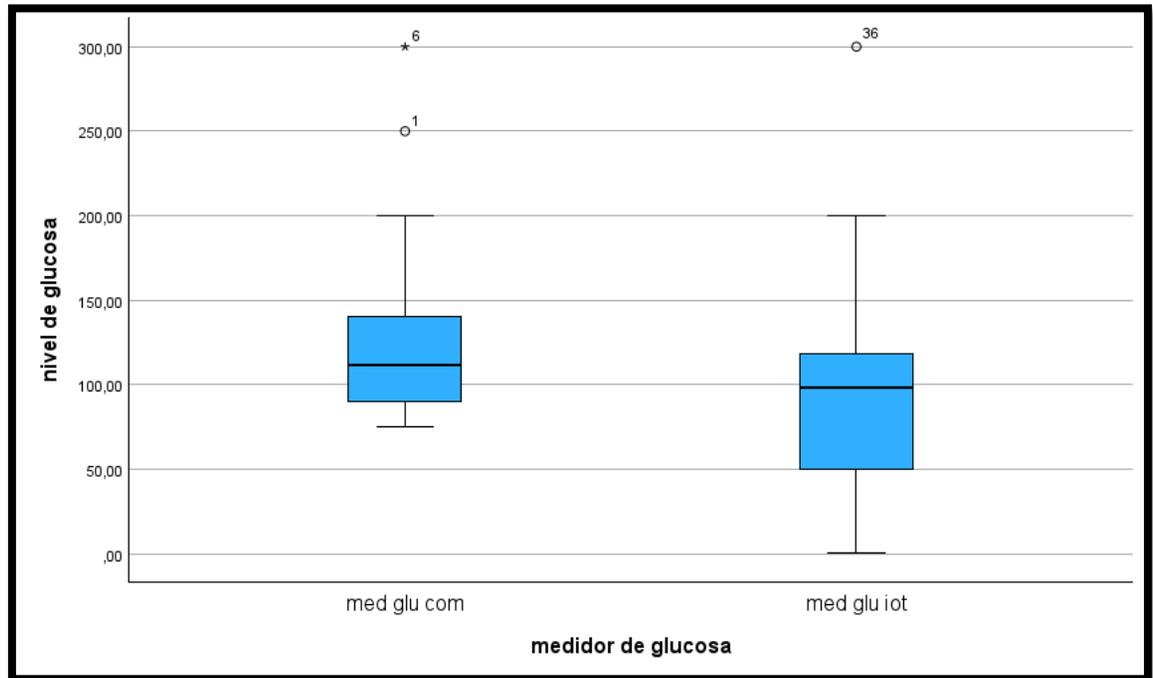


Figura 33: Análisis gráfico del diagrama caja simple del comportamiento de la glucosa entre el dispositivo comercial y el dispositivo implementado.

Según el diagrama de cajas obtenido se observa que la disposición de los datos entre el dispositivo comercial y el dispositivo implementado son dispersos, en vista que la dispersión no es tan amplia podemos interpretar que el dispositivo está falto de calibración para que se asemeje más dispositivo comercial.

4.2.2 Comprobación de Hipótesis

Mediante la aplicación del análisis estadístico de la prueba T, que es un método para evaluar los promedios de uno o varios grupos para pruebas de hipótesis, podemos determinar si existe una variación significativa entre las medias. Este proceso se realizó comparando los datos del dispositivo comercial y el dispositivo implementado.

Prueba T					
Estadísticas de grupo					
	medidor de glucosa	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
nivel de glucosa	med glu com	30	125,6667	50,78103	9,27130
	med glu iot	28	94,1786	65,06182	12,29553

Figura 34: Resultado de la Prueba T.

A través de la figura 32, en la sección de la media, podemos observar que posee un valor mayor que el dispositivo implementado, eso significa que en un alto porcentaje sus datos fueron más certeros y que en el dispositivo implementado su tasa de error va a ser mayor debido a las deficiencias de calibración.

4.2.3 Prueba de hipótesis entre el dispositivo comercial y el dispositivo implementado

Para la prueba de hipótesis nos vamos a enfocar en la Hipótesis Nula (H_0) en donde:

$$H_0: \mu_c = \mu_i$$

H_0 = Hipótesis Nula

μ_c = Media dispositivo comercial

μ_i = Media dispositivo implementado

Y también existirá un enfoque en la hipótesis alternativa (H_1) en donde :

$$H_1: \mu_c \neq \mu_i$$

H_1 = Hipótesis Alternativa

μ_c = Media dispositivo comercial

μ_i = Media dispositivo implementado

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
		F	Sig.
nivel de glucosa	Se asumen varianzas iguales	,755	,389
	No se asumen varianzas iguales		

Figura 34: Prueba del p-valor a través de la comprobación de hipótesis nula e hipótesis alternativa

La significancia aquí nos demuestra que es valor de 0.389 es mayor a 0.05 dando como resultado probabilístico que a hipótesis nula H_0 se acepta, es decir, los promedios de la glucosa del dispositivo comercial son igual a los niveles de glucosa medidos por el dispositivo implementado.

4.2.4 Diagrama de cajas en base a los pacientes medidos con el dispositivo IoT

Resumen de procesamiento de casos							
		Válido		Casos Perdidos		Total	
VAR00003		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
medidor de glucosa	pac 1	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	pac 2	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
	pac 3	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Figura 35: Resumen de procesamiento de Casos

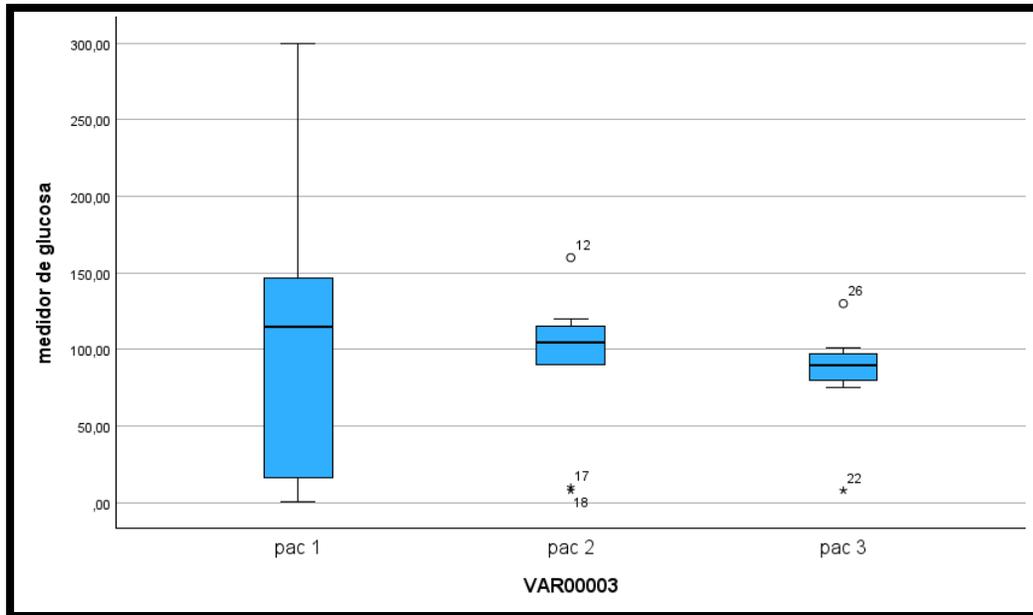


Figura 36: Diagrama de cajas simple de los valores medidos por el dispositivo implementado en los diferentes casos de estudio.

A través del gráfico del diagrama de caja simple que está en función de los datos obtenidos por el dispositivo implementado de los valores de glucosa nos encontramos con los siguientes casos:

En el primer caso nos referimos al paciente Carlos Castillo, en el gráfico de él existe una mayor dispersión de los datos porque él se encuentra en una etapa avanzada de la enfermedad y cuyos valores de glucosa son más fluctuantes.

En el segundo caso nos referimos a la paciente Zeneida Delgado, en ella no existe mucha variación de valores en la toma de la glucosa por eso sus valores de dispersión son más cerrados.

En el tercer caso nos referimos a la paciente Carolina Benalcázar, es un caso similar al segundo, en ella existe mucha menor variación que el caso anterior en la toma de valores de la glucosa por ende su dispersión es más cerrada.

4.3 Cálculo de la ANOVA

El análisis de la ANOVA es aquella que nos ayuda a comparar las varianzas entre las medias o el promedio de diferentes grupos de datos.

4.3.1 Prueba de hipótesis entre los pacientes de estudio.

Para la prueba de hipótesis nos vamos a enfocar en la Hipótesis Nula (H_0) en donde:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_0 = Hipótesis Nula

μ_1 = Media paciente 1

μ_2 = Media paciente 2

μ_3 = Media paciente 3

Y también existirá un enfoque en la hipótesis alternativa (H_1) en donde :

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

H_1 = Hipótesis Alternativa

μ_1 = Media paciente 1

μ_2 = Media paciente 2

μ_3 = Media paciente 3

ANOVA					
medidor de glucosa	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2324,096	2	1162,048	,259	,774
Dentro de grupos	111968,011	25	4478,720		
Total	114292,107	27			

Figura 37: Prueba del p-valor a través de la comprobación de hipótesis nula e hipótesis alternativa para cada caso de estudio.

La significancia obtenida en este estudio muestra que el valor de 0.774 es mayor que 0.05, lo que indica que hay una alta probabilidad de aceptar la hipótesis nula (Ho). En otras palabras, los promedios de glucosa obtenidos mediante el dispositivo implementado son efectivos en los tres casos analizados.

4.3.2 Otros métodos para realizar la prueba del P-valor

Tamaños de efecto ANOVA^{a,b}

		Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
			Inferior	Superior
medidor de glucosa	Eta cuadrado	,020	,000	,153
	Epsilon cuadrado	-,058	-,080	,085
	Omega cuadrado efecto fijo	-,056	-,077	,082
	Omega cuadrado efecto aleatorio	-,027	-,037	,043

Figura 38: Prueba del p-valor a través de los Tamaños del efecto de la Anova

En este grafico nos indica que para obtener un intervalo de confianza de alrededor del 95% mediante la comparativas de medias de los valores captados por el dispositivo implementado debe ser mayor a (-1) en el límite inferior y menor a (+1) en el límite superior.

Descriptivos

medidor de glucosa

	N	Media	Desv. estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
pac 1	10	105,9000	96,08960	30,38620	37,1616	174,6384	1,00	300,00
pac 2	9	90,8889	50,33251	16,77750	52,1999	129,5779	8,00	160,00
pac 3	9	84,4444	32,79143	10,93048	59,2387	109,6502	8,00	130,00
Total	28	94,1786	65,06182	12,29553	68,9502	119,4069	1,00	300,00

Figura 39: Prueba del p-valor mediante Descriptivos

A través de este gráfico y en base al valor de la media obtenido, podemos ver que cada vez que se acerca al paciente número 3, la cual posee la dieta y los factores de cuidados más saludables, los valores del nivel de glucosa bajan.

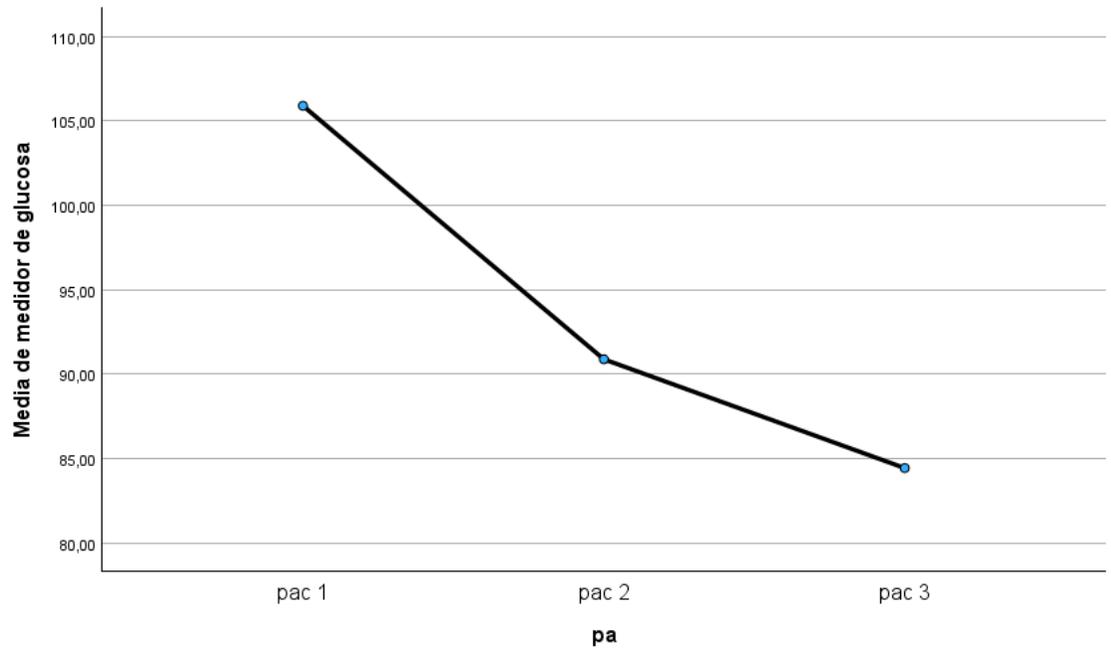


Figura 40: Gráfico de las medias de los pacientes que participaron en el estudio.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones

Mediante el uso nuevas tecnologías inclusivas para fomentar la investigación de enfermedades y de la mano de las telecomunicaciones puntualizada se ha desarrollado la plataforma de comunicación IoT para el control de la Diabetes Mellitus, permitiendo recabar una base de datos de uno o varios pacientes con el fin de poder visualizar la evolución de sus niveles de glucosa y brindar un mejor control de la enfermedad a través de una gráfica fácil de entender para el usuario y el médico tratante.

A través del desarrollo de aplicaciones web en conjunto con el IoT se puede llevar un mejor control de las enfermedades que necesitan ser monitoreadas constantemente ya que se posee los recursos de vinculación con los teléfonos inteligentes para el despliegue de información preventiva y correctiva a través del diseño de plataformas como lo describe este proyecto.

5.1 Recomendaciones

Antes de iniciar con cualquier tipo de diseño web se debe tener una estructura bien identificada en conjunto de la funcionalidad que desea obtener, tomando en cuenta los niveles de seguridad que algunas librerías nos podrían ofrecer con muchas facilidades en el ámbito de la programación.

Realizar una correcta calibración del módulo de cámara al momento de realizar la captura del valor del dispositivo comercial para medir los niveles de glucosa, para evitar la pérdida de datos por desenfoque.

Tener cuidado en la fase de programación debido a que un término mal ingresado, es posible tener comportamientos erróneos dentro de la plataforma, pudiendo tener consecuencias directas para el usuario y en este caso en particular las consecuencias pueden ser graves.

5.2 Bibliografía

[1] Durani, Homera, et al. "Smart automated home application using IoT with Blynk app." 2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT). IEEE, 2018.

[2] Gokhale, P., Bhat, O., & Bhat, S. "Introduction to IOT". International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, 5(1), 41-44. (2018).

[3] Jiménez Marín, Javier Santiago. "Teleconsultorio para diagnóstico y tratamiento en atención primaria de adultos mayores utilizando IoT y tecnologías E-Health." BS thesis. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, 2021.

[4] International Diabetes Federation. "Atlas de la Diabetes de la FID." Karakas Print (2015).

[5] Lasa, E. M. ,” Diseño e implementación de nuevas antenas Ultra Wide Band con filtros de rechazo de bandas integrados”. Hdl. handle. Net, 2017

[6] Munasinghe, Thilanka, Evan W. Patton, and Oshani Seneviratne. "Iot application development using mit app inventor to collect and analyze sensor data." 2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). IEEE, 2019.

[7] Valencia Zambrano, Wilson Andrés. Diseño de prototipo doctor Pi para la medición y monitorización de signos vitales en adultos mayores utilizando sensores biométricos y médicos acoplados a raspberry Pi. BS thesis. 2018.

[8] Day, Nicole Jillian B., et al. "Design of a Web-based and Electronic Health Record Management System for Medical Teleconsultation." 2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM). IEEE, 2019.

[9] de León-Castañeda, Christian Díaz. "Salud electrónica (e-Salud): un marco conceptual de implementación en servicios de salud." *Gaceta medica de México* 155.2 (2019): 176-183.

[10] Vargas, Diana Cecilia Yacchirema. *Arquitectura de interoperabilidad de dispositivos físicos para el internet de las cosas (iot)*. Diss. Universitat Politècnica de València, 2019.

[11] Ashton, Kevin. "That 'internet of things' thing." *RFID journal* 22.7 (2009): 97-114.

[12] Minerva, Roberto, Abyi Biru, and Domenico Rotondi. "Towards a definition of the Internet of Things (IoT). IEEE Internet Initiative (2015)." (2017).

[13] Youngblood, G. Michael, et al. "Automation intelligence for the smart environment." *International Joint Conference On Artificial Intelligence*. Vol. 19. LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES LTD, 2005.

[14] Fortino, Giancarlo, Antonio Guerrieri, and Wilma Russo. "Agent-oriented smart objects development." *Proceedings of the 2012 IEEE 16th international conference on computer supported cooperative work in design (CSCWD)*. IEEE, 2012.

[16] Kraijak, Surapon, and Panwit Tuwanut. "A survey on internet of things architecture, protocols, possible applications, security, privacy, real-world implementation and future trends." *2015 IEEE 16th International Conference on Communication Technology (ICCT)*. IEEE, 2015.

[17] J. E. Luzuriaga, M. Perez, P. Boronat, J. C. Cano, C. Calafate, and P. Manzoni, "A comparative evaluation of AMQP and MQTT protocols over unstable and mobile networks," in *2015 12th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)*, 2015, pp. 931–936

[18] *Internet of Things Protocols and Standards*. (2016). Cs.wustl.edu. Retrieved 7 November 2016, from http://www.cs.wustl.edu/~jain/cse570-15/ftp/iot_prot/index.html

[19] ndes, I. C. Lopes, J. J. P. C. Rodrigues, and S. Ullah, "Performance evaluation of RESTful web services and AMQP protocol," in 2013 Fifth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2013, pp. 810–815

[20] XMPP - Extensible Messaging And Presence Protocol. (2016). Xmpp.org. Retrieved 7 November 2016, from <http://xmpp.org/>

[21] Shelby, Zach, Klaus Hartke, and Carsten Bormann. The constrained application protocol (CoAP). No. rfc7252. 2014.

[22] Colitti, Walter, Kris Steenhaut, and Niccolò De Caro. "Integrating wireless sensor networks with the web." Extending the Internet to Low power and Lossy Networks (IP+ SN 2011) (2011).

[23] Y. Chen and T. Kunz, "Performance evaluation of IoT protocols under a constrained wireless access network," in 2016 International Conference on Selected Topics in Mobile Wireless Networking (MoWNeT), 2016, pp. 1–7.

[24] Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabetic Med.* 1998;15(7):539-53.

[25] Care, Diabetes. "Care in Diabetesd2018." *Diabetes Care* 41.1 (2018): S137-S143.

[26] DeFronzo Ralph A. *Ann Intern Med.* 1999; 131:281-303.

[27] Weyer C, Bogardus C, Mott DM, Pratley RE. The natural history of insulin secretory dysfunction and insulin resistance in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *J Clin Invest.* 1999;104(6):787-94.

[28] . Haffner SM, Miettinen H, Gaskill SP, Stern MP. Decreased insulin secretion and increased insulin resistance are independently related to the 7-year risk of NIDDM in Mexican-Americans. *Diabetes.* 1995;44(12):1386-91

[29] Kapoor JR. Platelet activation and atherothrombosis. *N Engl J Med.* 2008;358(15):1638

6. ANEXOS

6.1 CÓDIGOS USADOS PARA EL DISEÑO DE LA INTERFAZ DE LA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN

Anexo 1: Templates de la sección de Inicio

Cabecera.php

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>CONTROL DE DEABETES MILLITUS</title>

  <link rel="stylesheet" href="/css/bootstrap.min.css" />

</head>
<body>
  <nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-primary">
    <ul class="nav navbar-nav">

      <li class="nav-item active">
        <a class="nav-link" href="administrador/index.php">ADMINISTRADOR <span
class="sr-only"></span></a>
      </li>

      <li class="nav-item">
        <a class="nav-link" href="presentacion.php">PROFESIONAL</a>
      </li>
    </ul>
  </nav>
</body>
</html>
```

```
<li class="nav-item">
  <a class="nav-link" href="index.php">INICIO</a>
</li>
```

```
<li class="nav-item">
  <a class="nav-link" href="informacion.php">INFORMACIÓN</a>
</li>
```

```
<li class="nav-item">
  <a class="nav-link" href="nutricion.php">NUTRICIÓN</a>
</li>
```

```
<li class="nav-item">
  <a class="nav-link" href="datos_preventivos.php">DATOS PREVENTIVOS</a>
</li>
```

```
<li class="nav-item">
  <a class="nav-link" href="#">IoT</a>
</li>
```

```
</ul>
</nav>
```

```
<div class="container">
<br/>
```

```
<div class="row">
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

Anexo 2: Código del menú principal

Index o inicio.php

```
<?php include("template/cabecera.php"); ?>
```

```
    <div class="jumbotron">
```

```
        <h1 class="display-3" ></h1>
```

```
        <p class="lead"></p>
```

```
        <hr class="my-2">
```

```
        <link rel="stylesheet" type="text/css" href="estilos_presentacion.css">
```

```
    </p>
```

```
    <p></p>
```

```
</div>
```

```
<?php include("template/pie.php"); ?>
```

```
estilos_presentacion.css
```

```
body{
```

```

margin: 0;
padding: 0;
background: url(imagenes/6.png);
background-size: cover;
background-position: center center;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
font-family: sans-serif;
}

```

Sección Información .php

```
<?php include("template/cabecera.php"); ?>
```

```
<div class="jumbotron">
```

```
<h1 class="display-1"><b>DIABETES MELLITUS</b></h1>
```

```
<p class="lead">La diabetes mellitus (DM) es una alteración metabólica, crónica, no
transmisible y de etiología multifactorial caracterizada por la presencia de hiperglucemia
crónica que se acompaña en mayor o menor medida de cambios en el metabolismo de los
hidratos de carbono, proteínas y lípidos. Aunque al comienzo la etiología de la DM puede ser
muy numerosos, son comunes las alteraciones en la secreción o sensibilidad a la acción de la
insulina. </p>
```

```
<hr class="my-2">
```

```
</p>
```

```

```

```
</p>
```

```
</p>
```

```
<h2 class="display-6"><b>TIPOS DE DIABETES MELLITUS</b></h2>
```

```
<p><b> Diabetes mellitus tipo 1:</b> se debe a la destrucción de células beta y
generalmente se relaciona un déficit absoluto de insulina. </p>
```

```
</p>
```

<p>Diabetes mellitus tipo 2: es secundaria a un defecto progresivo en la secreción de insulina, sobre una base de insulinoresistencia. </p>

</p>

<p> Diabetes gestacional: se denomina así al estado de diabetes diagnosticado durante el segundo o tercer trimestre del embarazo, en mujeres que previamente (antes de la gestación) no presentaban diabetes. </p>

</div>

<?php include("template/pie.php"); ?>

Sección Nutrición.php

<?php include("template/cabecera.php"); ?>

<link rel="stylesheet" type="text/css" href="estilos_nutricion.css">

<div class="col-md-4">

<div class="card">

<div class="card-body">

<h4 class="card-title">DIETA</h4>

<p class="card-text">Comidas ideales para la Diabetes</p>

Ver

Más

</div>

</div>

</div>

</p>

<div class="col-md-4">

<div class="card">

<div class="card-body">

<h4 class="card-title">METODOS PREVENTIVOS</h4>

```

    <p class="card-text">Forma de evitar la aparicion de la Diabetes</p>
    <a name="" id="" class="btn btn-primary" href="metodo_preventivo.php"
role="button">Ver Más</a>
    </div>
</div>
</div>
<?php include("template/pie.php"); ?>

```

```

estilos_nutricion.ccs
body{
    margin: 0;
    padding: 0;
    background: url(imagenes/Blog-Aucal-2019-10-28T104203.413-820x410.jpg);
    background-size: cover;
    background-position: center center;
    background-repeat: no-repeat;
    background-attachment: fixed;
    font-family: sans-serif;
}

```

Sección Nutricion/Dieta.php

```

<?php include("template/cabecera.php"); ?>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="estilos_dieta.css">
<div class="jumbotron">
    <h1 class="display-3" style="color: red;"><b>TABLAS ALIMENTICIAS PARA
PERSONAS DIABETICAS</b></h1>
    <p class="lead" ></p>
    <hr class="my-2">
    
</p>

```

```

</p>
</p>

<p>
</p>
</p>
<a name="" id="" class="btn btn-primary" href="nutricion.php"
role="button">REGRESAR</a>
</div>
<?php include("template/pie.php"); ?>

```

Estilos_dieta.ccs

```

body{
margin: 0;
padding: 0;
background: url(imagenes/diabetes-23035627.jpg);
background-size: cover;
background-position: center center;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
font-family: sans-serif;
}

```

Sección Nutricion/Metodo Preventivos.php

```

<?php include("template/cabecera.php"); ?>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="estilos_prevencion.css">
<div class="jumbotron">
<h1 class="display-3" ><b>MÉTODOS PARA PREVENIR LA DIABETES</b></h1>
<p class="lead" ></p>

```

```

<hr class="my-2">

</p>
</p>
</p>

<p>
</p>
</p>
<a name="" id="" class="btn btn-primary" href="nutricion.php"
role="button">REGRESAR</a>
</div>
<?php include("template/pie.php"); ?>

```

Estilos_preencion.css

```

body{
margin: 0;
padding: 0;
background: url(imagenes/diabetes-65002420.jpg);
background-size: cover;
background-position: center center;
background-repeat: no-repeat;
background-attachment: fixed;
font-family: sans-serif;
}

```

Sección datos Preventivos.php

```

<?php include("template/cabecera.php"); ?>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="estilos_datos_preventivos.css">
<div class="jumbotron">

```

```
<h1 class="display-3" style="color: white;"><b>DATOS PREVENTIVOS PARA LA
DIABETES MELLITUS</b></h1>
```

```
<p class="lead" ></p>
```

```
<hr class="my-2">
```

```

```

```
</p>
```

```
</p>
```

```
</p>
```

```

```

```
<p>
```

```
</p>
```

```
</p>
```

```

```

```
</div>
```

```
<?php include("template/pie.php"); ?>
```

Anexo 3: Administrador

Sección Administrador/inicio.php

```
<?php include('template/cabecera.php');?>
```

```
<div class="col-md-12">
```

```
<div class="jumbotron">
```

```
<h1 class="display-3">Bienvenido <?php echo $nombreUsuario; ?></h1>
```

```
<p class="lead">ADMINISTRADOR DE REGISTRO DE PACIENTES</p>
```

```
<hr class="my-2">
```

```
        <p class="lead">
            <a class="btn btn-primary btn-lg" href="seccion/registro.php"
role="button">ADMINISTRAR REGISTRO</a>
        </p>
    </div>
</div>
```

```
<?php include('template/pie.php');?>
```

Seccion template/cabecera.php

```
<?php
```

```
session_start();
```

```
    if(!isset($_SESSION['usuario'])){
        header("Location:../index.php");
```

```
    }else{
```

```
        if($_SESSION['usuario']=="ok"){
            $nombreUsuario=$_SESSION["nombreUsuario"];
        }
    }
```

```
?>
```

```
<!doctype html>
```

```
<html lang="en">
```

```
<head>
```

```
<title>Title</title>
```

```
<!-- Required meta tags -->
```

```

<meta charset="utf-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-fit=no">

<!-- Bootstrap CSS -->
<link rel="stylesheet"
href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.3.1/css/bootstrap.min.css"
integrity="sha384-
ggOyR0iXCbMQv3Xipma34MD+dH/1fQ784/j6cY/iJTQUOhcWr7x9JvoRxT2MZw1T"
crossorigin="anonymous">
</head>
<body>

<?php $url="http://" .$_SERVER['HTTP_HOST']."/sitioweb" ?>
<nav class="navbar navbar-expand navbar-light bg-light">
  <div class="nav navbar-nav">
    <a class="nav-item nav-link active" href="#">Administrador del sitio web <span
class="sr-only">(current)</span></a>
    <a class="nav-item nav-link" href="<?php echo
$url;?>/administrador/inicio.php">inicio</a>
    <a class="nav-item nav-link" href="<?php echo
$url;?>/administrador/seccion/cerrar.php">cerrar sesion</a>
    <a class="nav-item nav-link" href="<?php echo
$url;?>/administrador/seccion/registro.php">registro</a>
    <a class="nav-item nav-link" href="<?php echo $url;?>">Ver sitio web</a>
  </div>
</nav>
<div class="container">
  <br/><br/>
  <div class="row">

```

Seccion template/pie.php

```
</div>
</div>

</body>
</html>
```

Seccion index.php

```
<?php
session_start();

if($_POST){
    if(($_POST['usuario']=="alexander")&&($_POST['contraseña']=="tenorio")){

        $_SESSION['usuario']="ok";
        $_SESSION['nombreUsuario']="alexander";

        header('Location: inicio.php');

    }else{

        $mensaje="Error: El Usuario o la Contraseña son incorrectos";
    }

}

?>
<!doctype html>
<html lang="en">
```

```

<head>
  <title>Title</title>
  <!-- Required meta tags -->
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-fit=no">

  <!-- Bootstrap CSS -->
  <link rel="stylesheet"
href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.3.1/css/bootstrap.min.css"
integrity="sha384-
ggOyR0iXCbMQv3Xipma34MD+dH/1fQ784/j6c Y/iJTQUOhcWr7x9JvoRxT2MZw1T"
crossorigin="anonymous">

</head>
<body>

<div class="container">
  <div class="row">

    <div class="col-md-4">

    </div>

    <div class="col-md-4">

<br/><br/><br/>
    <div class="card">
      <div class="card-header">
        Login
      </div>
      <div class="card-body">
        <?php if(isset($mensaje)){ ?>

```

```

<div class="alert alert-danger" role="alert">
  <?php echo $mensaje; ?>
</div>
<?php } ?>
<form method="POST" >

  <div class = "form-group">
    <label for="exampleInputEmail1">Usuario</label>
    <input type="text" class="form-control" name="usuario" placeholder="Escribe
tu Usuario">
    <small id="emailHelp" class="form-text text-muted"></small>

  </div>
  <div class="form-group">
    <label for="exampleInputPassword1">Contraseña :</label>
    <input type="password" class="form-control" name="contraseña"
placeholder="Escribe tu Contraseña">
  </div>

  <button type="submit" class="btn btn-primary">Entrar al
Administrador</button>
</form>

</div>

</div>

</div>

```

```
</div>
</div>

</body>

</html>
```

Sección Registro

```
<?php include("../template/cabecera.php");?>
<?php
$hoy = date("Y-m-d H:i:s");
$txtID=(isset($_POST['txtID']))?$_POST['txtID']:"";
$txtNombre=(isset($_POST['txtNombre']))?$_POST['txtNombre']:"";
$txtEdad=(isset($_POST['txtEdad']))?$_POST['txtEdad']:"";
$txtPeso=(isset($_POST['txtPeso']))?$_POST['txtPeso']:"";
$txtPresion=(isset($_POST['txtPresion']))?$_POST['txtPresion']:"";
$txtGlucosa=(isset($_POST['txtGlucosa']))?$_POST['txtGlucosa']:"";
$txtImagen=(isset($_FILES['txtImagen']['name']))?$_FILES['txtImagen']['name']:"";
$accion=(isset($_POST['accion']))?$_POST['accion']:"";

include("../config/bd.php");
switch($accion){
    case"Agregar":

        //INSERT INTO `registro` (`ID`, `Nombre`, `Edad`, `Peso`, `Presion`, `Glucosa`,
`Imagen`) VALUES ("', 'registro de php', ", ", ", ", 'imagen jpg');
```

```
$sentenciaSQL= $conexion->prepare("INSERT INTO registro (ID, Nombre, Edad,
Peso, Presion, Glucosa, Imagen) VALUES (:ID, :Nombre, :Edad, :Peso, :Presion, :Glucosa,
:Imagen);");
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':ID',$txtID);
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Nombre',$txtNombre);
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Edad',$txtEdad);
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Peso',$txtPeso);
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Presion',$txtPresion);
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Glucosa',$txtGlucosa);
```

```
$fecha=new DateTime();
```

```
$nombreArchivo=($txtImagen!="")?$fecha-
>getTimestamp()."_"._FILES["txtImagen"]["name"]."imagen.jpg";
```

```
$tmpImagen=$_FILES["txtImagen"]["tmp_name"];
```

```
if($tmpImagen!=""){
```

```
    move_uploaded_file($tmpImagen,"../imagenes/".$nombreArchivo);
```

```
}
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Imagen',$txtImagen);
```

```
$sentenciaSQL->execute();
```

```
header("Location:registro.php");
```

```
break;
```

```
case"Modificar":
```

```
$sentenciaSQL= $conexion->prepare("UPDATE registro SET Nombre=:Nombre,
Edad=:Edad, Peso=:Peso, Presion=:Presion, Glucosa=:Glucosa WHERE ID=:ID");
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Nombre',$txtNombre);
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Edad',$txtEdad);
```

```
$sentenciaSQL->bindParam(':Peso',$txtPeso);
```

```

$sentenciaSQL->bindParam(':Presion',$txtPresion);
$sentenciaSQL->bindParam(':Glucosa',$txtGlucosa);
$sentenciaSQL->bindParam(':ID',$txtID);
$sentenciaSQL->execute();

if ($txtImagen!="") {

    $fecha=new DateTime();
    $nombreArchivo=($txtImagen!="")?$fecha-
>getTimestamp()."_"._FILES["txtImagen"]["name"]."imagen.jpg";
    $tmpImagen=$_FILES["txtImagen"]["tmp_name"];

    move_uploaded_file($tmpImagen,"../imagenes/".$nombreArchivo);
    $sentenciaSQL= $conexion->prepare("SELECT Imagen FROM registro WHERE
ID=:ID");
    $sentenciaSQL->bindParam(':ID',$txtID);
    $sentenciaSQL->execute();
    $libro=$sentenciaSQL->fetch(PDO::FETCH_LAZY);

    if (isset($libro["Imagen"]) && ($libro["Imagen"]!="imagen.jpg") ) {
        if (file_exists("../imagenes/".$libro["Imagen"])) {
            unlink("../imagenes/".$libro["Imagen"]);
        }
    }

    $sentenciaSQL= $conexion->prepare("UPDATE registro SET Imagen=:Imagen
WHERE ID=:ID");
    $sentenciaSQL->bindParam(':Imagen',$nombreArchivo);
    $sentenciaSQL->bindParam(':ID',$txtID);
    $sentenciaSQL->execute();
}

```

```
break;
```

```
case"Cancelar":
```

```
    header("Location:registro.php");
```

```
    break;
```

```
case"Seleccionar":
```

```
    $sentenciaSQL= $conexion->prepare("SELECT * FROM registro WHERE ID=:ID");
```

```
    $sentenciaSQL->bindParam(':ID',$txtID);
```

```
    $sentenciaSQL->execute();
```

```
    $libro=$sentenciaSQL->fetch(PDO::FETCH_LAZY);
```

```
    $txtNombre=$libro['Nombre'];
```

```
    $txtEdad=$libro['Edad'];
```

```
    $txtPeso=$libro['Peso'];
```

```
    $txtPresion=$libro['Presion'];
```

```
    $txtGlucosa=$libro['Glucosa'];
```

```
    $txtImagen=$libro['Imagen'];
```

```
    break;
```

```
case"Borrar":
```

```
    $sentenciaSQL= $conexion->prepare("SELECT Imagen FROM registro WHERE  
ID=:ID");
```

```
    $sentenciaSQL->bindParam(':ID',$txtID);
```

```
    $sentenciaSQL->execute();
```

```
    $libro=$sentenciaSQL->fetch(PDO::FETCH_LAZY);
```

```

if (isset($libro["Imagen"]) && ($libro["Imagen"]!="imagen.jpg") ) {
    if (file_exists("../imagenes/".$libro["Imagen"])) {
        unlink("../imagenes/".$libro["Imagen"]);
    }
}

$sentenciaSQL= $conexion->prepare("DELETE FROM registro WHERE ID=:ID");
$sentenciaSQL->bindParam(':ID',$txtID);
$sentenciaSQL->execute();

header("Location:registro.php");
break;
}

$sentenciaSQL= $conexion->prepare("SELECT * FROM registro");
$sentenciaSQL->execute();
$listaregistro=$sentenciaSQL->fetchAll(PDO::FETCH_ASSOC);
?>
<div class="col-md-5">
    <div class="card">
        <div class="card-header">
            Registro de Datos
        </div>
        <div class="card-body">

            <div>
                <form method="POST" enctype="multipart/form-data">
                    <div class = "form-group">
                        <label for="txtID">ID :</label>
                        <input type="text" class="form-control" value="<?php echo $hoy ; ?>"
name="txtID" id="txtID" placeholder="">
                    </div>

```

```

<div class = "form-group">
<label for="txtNombre">Nombre :</label>
<input type="text" required class="form-control" value="<?php echo $txtNombre;
?>" name="txtNombre" id="txtNombre" placeholder="Nombre">
</div>
<div class = "form-group">
<label for="txtEdad">Edad :</label>
<input type="text" required class="form-control" value="<?php echo $txtEdad; ?>"
name="txtEdad" id="txtEdad" placeholder="Edad">
</div>
<div class = "form-group">
<label for="txtPeso">Peso :</label>
<input type="text" required class="form-control" value="<?php echo $txtPeso; ?>"
name="txtPeso" id="txtPeso" placeholder="Peso">
</div>
<div class = "form-group">
<label for="txtPresion">Presión Arterial :</label>
<input type="text" required class="form-control" value="<?php echo $txtPresion;
?>" name="txtPresion" id="txtPresion" placeholder="Presion Arterial">
</div>
<div class = "form-group">
<label for="txtGlucosa">Nivel de Glucosa :</label>
<input type="text" required class="form-control" value="<?php echo $txtGlucosa;
?>" name="txtGlucosa" id="txtGlucosa" placeholder="Nivel de Glucosa">
</div>
<div class = "form-group">
<label for="txtImagen">Imagen :</label>
<br/>
<?php if($txtImagen!=""){ ?>


```

```

        <?php } ?>

        <input type="file" class="form-control" name="txtImagen" id="txtImagen"
placeholder="Imagen">
    </div>

    <div class="btn-group" role="group" aria-label="">
        <button type="submit" name="accion" <?php echo
($accion=="Seleccionar")?"disabled":"";?> value="Agregar" class="btn btn-
success">Agregar</button>
        <button type="submit" name="accion" <?php echo
($accion!="Seleccionar")?"disabled":"";?> value="Modificar" class="btn btn-
warning">Modificar</button>
        <button type="submit" name="accion" <?php echo
($accion!="Seleccionar")?"disabled":"";?> value="Cancelar" class="btn btn-
info">Cancelar</button>
    </div>
</form>
</div>
</div>
</br></br></br>
<div class="col-md-7">
<table class="table table-bordered">
    <thead>
        <tr>
            <th>ID</th>
            <th>Nombre</th>
            <th>Edad</th>
            <th>Peso</th>
            <th>Presion Arterial</th>

```



```
        </td>
    </tr>
    <?php }?>
</tbody>
</table>

</div>
<?php include("../template/pie.php");?>
```

Anexo 4: base de datos

```
<?php

$host="localhost";
$bd="sitio";
$usuario="root";
$contraseña="";

try {
    $conexion=new PDO("mysql:host=$host;dbname=$bd",$usuario,$contraseña );
}

catch ( Exception $ex) {
    echo $ex->getMessage();
}
```

?>

Anexo 5: Servidor web.

```
try:
    from BaseHTTPServer import BaseHTTPRequestHandler,HTTPServer
except:
    from http.server import BaseHTTPRequestHandler,HTTPServer
from os import curdir, sep
try:
    from urlparse import urlparse
    from urlparse import urlparse, parse_qs
except:
    from urllib.parse import urlparse, parse_qs

import os
port = int(os.environ.get("PORT", 5000))
PORT_NUMBER = port
#This class will handles any incoming request from
#the browser
class myHandler(BaseHTTPRequestHandler):

    #Handler for the GET requests
    def do_GET(self):
        path=self.path
        print(self.path)
        if self.path=="/*": #127.0.0.1:5000/
            self.path="/index.html" #127.0.0.1:5000/index.html
        try:
            #Check the file extension required and
```

```

#set the right mime type

sendReply = False
if self.path.endswith(".html"):
    mimetype='text/html'
    sendReply = True
if self.path.endswith(".jpg"):
    mimetype='image/jpg'
    sendReply = True
if self.path.endswith(".gif"):
    mimetype='image/gif'
    sendReply = True
if self.path.endswith(".js"):
    mimetype='application/javascript'
    sendReply = True
if self.path.endswith(".css"):
    mimetype='text/css'
    sendReply = True

if sendReply == True:
    #Open the static file requested and send it
    #f = open(curdir + sep + self.path,'r')
    self.send_response(200)
    self.send_header('Content-type',mimetype)
    self.end_headers()

    try:
        self.wfile.write('Estas Conectado')
    except:
        self.wfile.write(bytes('Estas Conectado', 'UTF-8'))

```

```

        return

    except IOError:
        self.send_error(404,'File Not Found: %s' % self.path)

try:
    #Create a web server and define the handler to manage the
    #incoming request
    server = HTTPServer(('0.0.0.0', '5000'), myHandler)
    print ('Started httpserver on port ' , PORT_NUMBER)

    #Wait forever for incoming http requests
    server.serve_forever()

except KeyboardInterrupt:
    print ('^C received, shutting down the web server')
    server.socket.close()

```

Anexo 6: Protocolo MQTT

```

import passw
import paho.mqtt.client as mqtt
import os, urlparse
import cv2
import pytesseract
from pytesseract import Output

def accion (msg):
    cap = cv2.VideoCapture(0)

```

```

cap.set(cv2.CAP_PROP_BUFFERSIZE, 1)

while True:

    ret, frame = cap.read()

    d = pytesseract.image_to_data(frame, output_type=Output.DICT)
    n_boxes = len(d['text'])
    for i in range(n_boxes):
        if int(d['conf'][i]) > 60:
            (text, x, y, w, h) = (d['text'][i], d['left'][i], d['top'][i], d['width'][i],
d['height'][i])
            if text and text.strip()!="":
                frame = cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 2)
                frame = cv2.putText(frame, text, (x, y - 10),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.0, (0, 0, 255), 3)

    cv2.imshow('frame', frame)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):

        break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()

# Define event callbacks
def publish(msg):

```

```

        print (msg)
        mqttc.publish(topic, msg)

def on_connect(client, userdata, flags, rc):
    print("rc: " + str(rc))

def on_message(client, obj, msg):

    #print(str(msg.payload));
    accion(str(msg.payload))

def on_publish(client, obj, mid):
    #print("mid: " + str(mid))
    pass

def on_subscribe(client, obj, mid, granted_qos):
    print("Subscribed: " + str(mid) + " " + str(granted_qos))

def on_log(client, obj, level, string):
    print(string)

mqttc = mqtt.Client()
# Assign event callbacks
mqttc.on_message = on_message
mqttc.on_connect = on_connect
mqttc.on_publish = on_publish
mqttc.on_subscribe = on_subscribe

# Uncomment to enable debug messages
#mqttc.on_log = on_log

```

```

# Connect
mqttc.username_pw_set(passw.user, passw.psw)
mqttc.connect(passw.server, passw.port)
topic='test'
# Start subscribe, with QoS level 0
mqttc.subscribe("led", 0)

# Publish a message
mqttc.publish(topic, 'test')
#mqttc.publish(topic,topic)
# Continue the network loop, exit when an error occurs
rc = 0
import time
i=0
while rc == 0:
    time.sleep(2)
    i=i+1
    mqttc.publish(topic, 'p='+str(i))
    rc= mqttc.loop()
print("rc: " + str(rc))

```

Anexo 7: Captación de datos.

Raspberry Pi 3 B+

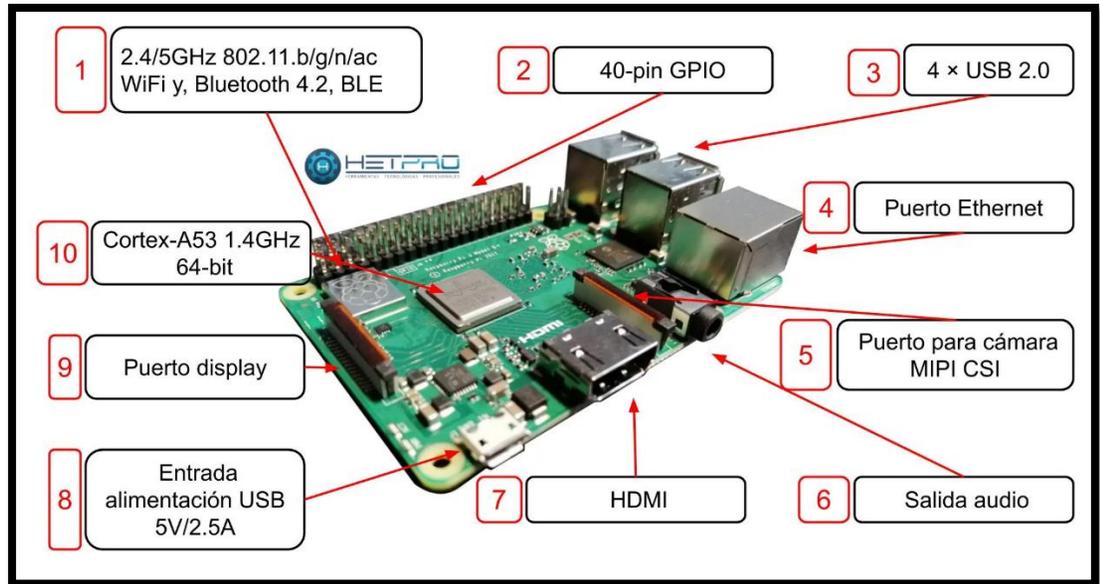


Figura 41: componentes de una raspberry pi 3 b+

Características

CARACTERÍSTICAS	RASPBERRY PI 3 MODEL B	RASPBERRY PI 3 MODEL B+
PROCESADOR	Broadcom BCM2837, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC
FRECUENCIA DE RELOJ	1,2 GHz	1,4 GHz
GPU	VideoCore IV 400 MHz	
MEMORIA	1GB LPDDR2 SDRAM	1GB LPDDR2 SDRAM
CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	2.4GHz IEEE 802.11.b/g/n Bluetooth 4.1	2.4GHz / 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac Bluetooth 4.2, BLE
CONECTIVIDAD DE RED	Fast Ethernet 10/100 Gbps	Gigabit Ethernet over USB 2.0 (300 Mbps de máximo teórico)

PUERTOS	GPIO 40 pines HDMI 4 x USB 2.0 CSI (cámara Raspberry Pi) DSI (pantalla tácil) Toma auriculares / vídeo compuesto Micro SD Micro USB (alimentación)	GPIO 40 pines HDMI 4 x USB 2.0 CSI (cámara Raspberry Pi) DSI (pantalla tácil) Toma auriculares / vídeo compuesto Micro SD Micro USB (alimentación) Power-over-Ethernet (PoE)
---------	---	--

Prodigy AutoCode Sistema para el Monitoreo de Glucosa

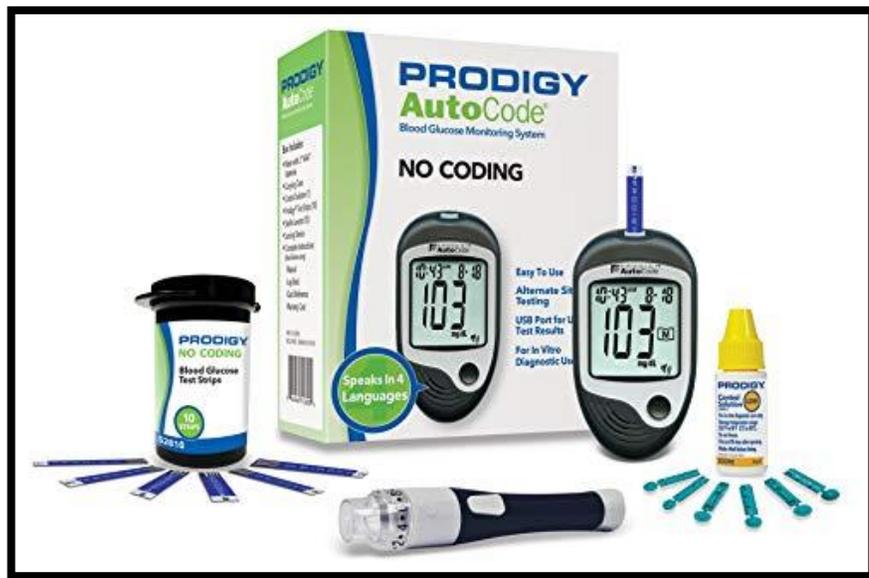


Figura 41: Equipo de prueba rápida de glucosa

Características

- Habla en 4 idiomas: Inglés, español, francés y árabe
- Almacena 450 resultados de pruebas con fecha y hora

- Aprobado para pruebas en lugares alternativos (AST)(Alternative Site Testing)
- Puerto USB estándar para descargar fácilmente los resultados de las pruebas
- Prodigy AutoCode® no requiere codificación; simplemente inserte la tira reactiva en el puerto para tiras
- Prodigy AutoCode® se enciende automáticamente.
- Tiene una memoria de 450 pruebas con fecha y hora, y proporciona promedios de 7, 14 y 28 días.

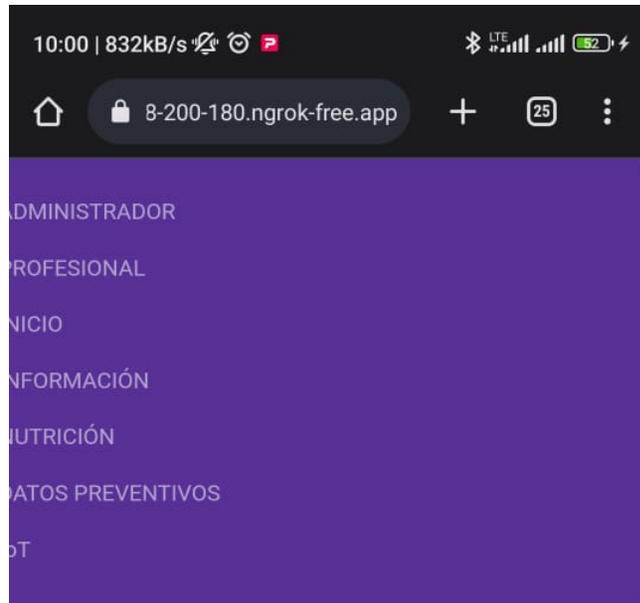
ANEXO 8: PORTABILIDAD.



Figura 42: Funcionalidad de la Portabilidad



Figura 43: Funcionalidad de la Portabilidad



Gráfica de Control de la Diabetes Mellitus

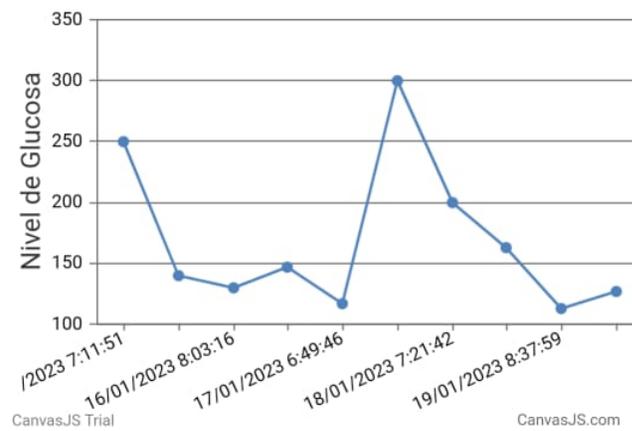


Figura 44: Funcionalidad de la Portabilidad